



LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK JAWA TIMUR

DISUSUN OLEH :

ARIEF YUDHO WICAKSONO

NRP. 3114030092

NANDA ADITYA FIRDAUS M

NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.

NIP. 196005171989031002

S. KAMILIA AZIZ, ST., MT.

NIP. 197712312006042001

Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN *COFFERDAM* BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK
JAWA TIMUR**

DISUSUN OLEH :

ARIEF YUDHO WICAKSONO

NRP. 3114030092

NANDA ADITYA FIRDAUS M

NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.

NIP. 196005171989031002

S. KAMILIA AZIZ, ST., MT.

NIP. 197712312006042001

Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 144501

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN *COFFERDAM* BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK
JAWA TIMUR**

WRITED :

ARIEF YUDHO WICAKSONO

NRP. 3114030092

NANDA ADITYA FIRDAUS M

NRP. 3114030109

SUPERVISOR :

Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.

NIP. 196005171989031002

S. KAMILIA AZIZ, ST., MT.

NIP. 197712312006042001

Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
INFRASTRUCTURE CIVIL ENGGINERING DEPARTEMENT
Vocation Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PELAKSANAAN PEMBANGUNAN
SALURAN PENGELAK BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK
JAWA TIMUR

Disusun Oleh :

Mahasiswa I :



Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

Mahasiswa II :



Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

Dosen Pembimbing :

28 JUL 2017

Pembimbing I :



Ir. Ismail Sa'ud, MMT.
NIP. 196005171989031002

Pembimbing II :



S. Kamilia Aziz, ST., MT.
NIP. 197712312006042001



**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN
SALURAN PENGELAK DAN TIMBUNAN
COFFERDAM BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK
JAWA TIMUR**

| | |
|---------------------------|------------------------------------|
| Nama Mahasiswa | : Arief Yudho Wicaksono |
| NRP | : 3114030092 |
| Nama Mahasiswa | : Nanda Aditya Firdaus M |
| NRP | : 3114030109 |
| Dosen Pembimbing 1 | : Ir. Ismail Sa'ud, MMT. |
| NIP | : 196005171989031002 |
| Dosen Pembimbing 2 | : S. Kamilia Aziz, ST., MT. |
| NIP | :197712312006042001 |

ABSTRAK

Seiring dengan berhasilnya suatu proyek pembangunan bendungan dapat dilihat dari tepat tidaknya waktu pelaksanaan proyek tersebut. Hal ini dapat diwujudkan dengan pemilihan metode pelaksanaan yang tepat sehingga dapat sesuai dengan kondisi lapangan. Seringkali pemilihan metode pelaksanaan tidak sesuai dengan kondisi lapangan sehingga mengakibatkan keterlambatan pada penyelesaian pekerjaan.

Pada penulisan laporan tugas akhir terapan ini bertujuan untuk menentukan metode pelaksanaan yang tepat pada pekerjaan pembangunan saluran pengelak pada proyek pembangunan bendungan tugu trenggalek jawa timur. Dapat diketahui saluran pengelak merupakan salah satu pekerjaan utama dan berada pada tahap awal pembangunan bendungan. Sehingga jika terjadi kesalahan penentuan metode pelaksanaan maka akan berdampak pada keterlambatan pelaksanaan item pekerjaan lain yang terdapat dalam proyek pembangunan bendungan tugu kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.

Kata kunci : Metpel Pengelak dan Cofferdam Bendungan Tugu

**METHOD IMPLEMENTATION OF THE
DEVELOPMENT OF DIVERSION TUNNEL AND
COFFERDAM HEAVING AT TRENGGALEK DAM
EAST JAVA**

| | |
|---------------------------|------------------------------------|
| Nama Mahasiswa | : Arief Yudho Wicaksono |
| NRP | : 3114030092 |
| Nama Mahasiswa | : Nanda Aditya Firdaus M |
| NRP | : 3114030109 |
| Dosen Pembimbing 1 | : Ir. Ismail Sa'ud, MMT. |
| NIP | : 196005171989031002 |
| Dosen Pembimbing 2 | : S. Kamilia Aziz, ST., MT. |
| NIP | : 197712312006042001 |

ABSTRACT

Along with the success of a dam building project can be seen from the exact time of the project implementation. This can be realized by choosing the right method of implementation so that it can be in accordance with field conditions. Often the selection of implementation methods is inconsistent with field conditions resulting in delays in work completion.

In the writing of this final assignment report aims to determine the appropriate method of implementation on the construction work of condor duct on the preoyek construction of the Tugu trenggalek dam of East Java. Can be known duct channel is one of the main work and is in the early stages of dam construction. So if there is a mistake in determining the method of execution it will have an impact on the friendship of other work item assignment which is contained in the construction project of Tugu dam of Trenggalek regency, East Java.

Key word : Methode Diversion Tunnel and Cofferdam At Tugu Dam

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Laporan TUGAS AKHIR TERAPAN yang berjudul “**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK BENDUNGAN DAN TIMBUNAN COFFERDAM TUGU TRENGGALEK, JAWA TIMUR**” dengan baik dan dapat mempresentasikan pada Sidang Proyek Akhir.

TUGAS AKHIR TERAPAN ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Laporan TUGAS AKHIR TERAPAN ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam pekerjaan pelaksanaan pembangunan main dam di suatu bendungan.

Disini kami menyadari bahwa tersusunnya Laporan TUGAS AKHIR TERAPAN ini tak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan TUGAS AKHIR TERAPAN ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Machsus, ST. MT. selaku kepala program studi Diploma Teknik Sipil ITS.
2. Bapak Ir. Ismail Sa'ud, MMT. Selaku dosen pembimbing proyek akhir.
3. Ibu S. Kamilia Aziz, ST., MT. Selaku dosen pembimbing proyek akhir.
4. Orang Tua dan Keluarga yang telah member dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.

5. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu penyelesaian Proyek Akhir ini.
6. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan proyek akhir kami, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan TUGAS AKHIR TERAPAN dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kami berharap saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan Laporan TUGAS AKHIR TERAPAN kami ini.

Akhir kata semoga Laporan TUGAS AKHIR TERAPAN ini dapat memberikan manfaat bagi kami dan bagi pembaca pada khususnya.

Surabaya, 15 Juni 2017

Penyusun I :

Penyusun II :

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| ABSTRAK..... | ii |
| ABSTRACK | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pengertian Metode Pelaksanaan | 5 |
| 2.1.1 Pekerjaan Persiapan | 5 |
| 2.1.2 Pekerjaan Tanah..... | 6 |
| 2.1.3 Pekerjaan Bangunan Pengaman | 7 |
| 2.1.4 Pekerjaan Dewatering | 8 |
| 2.1.5 Peledakan (<i>Blasting</i>) | 12 |
| 2.1.6 Pekerjaan Beton | 13 |
| 2.1.7 Pekerjaan Lantai Kerja..... | 14 |
| 2.1.8 Pekerjaan Instalasi Listrik..... | 14 |
| 2.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Persiapan | 14 |
| 2.2.1 Perencanaan Site Plan..... | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.2 Jalan Kerja..... | 16 |
| 2.2.3 Perhitungan Kebutuhan Sumber Daya | 16 |
| 2.2.4 Kebutuhan Listrik..... | 16 |
| 2.2.5 Kebutuhan Air | 17 |
| 2.2.6 Mobilisasi Peralatan | 17 |
| 2.2.7 Pelaksanaan di Lapangan | 17 |
| 2.3 Alat Berat | 17 |
| 2.3.1 Sumber Alat Berat | 18 |
| 2.3.2 Jenis-jenis Alat Berat yang Digunakan | 18 |
| 2.3.3 Hitungan Kapasitas Produksi..... | 33 |
| 2.4 Sumber Daya Manusia | 40 |
| 2.5 Estimasi Biaya..... | 40 |
| BAB III METODOLOGI | 43 |
| 3.1 Penjelasan..... | 43 |
| 3.1.1 Tahap Persiapan..... | 43 |
| 3.1.2 Pengumpulan Data..... | 43 |
| 3.1.3 Uraian Jenis Pekerjaan | 43 |
| 3.1.4 Analisa Pekerjaan | 43 |
| 3.1.5 Network Planning..... | 43 |
| 3.1.6 Kesimpulan..... | 44 |
| 3.2 Diagram Alir | 45 |
| BAB IV METODE PELAKSANAAN..... | 47 |
| 4.1 Umum..... | 47 |
| 4.2 Sistem Pengelak Sungai | 47 |
| 4.2.1 Saluran Konduit..... | 48 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.2.2 Timbunan <i>Cofferdam</i> | 83 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 91 |
| 5.1 Kesimpulan | 91 |
| 5.2 Saran | 92 |
| DAFTAR PUSTAKA | 93 |
| LAMPIRAN..... | 95 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Pekerjaan Shortcrete..... | 7 |
| Gambar 2.2 Pompa yang digunakan untuk melakukan dewatering muka air tanah..... | 8 |
| Gambar 2.3 Pipa yang digunakan dalam metode dewatering | 9 |
| Gambar 3.1 Diagram alir metode penyusunan tugas akhir terapan | 45 |
| Gambar 3.2 Diagram alir metode penyusunan tugas akhir terapan (lanjutan) | 46 |
| Gambar 4.1 Denah dan Potongan Memanjang Saluran Pengelak (dapat dilihat pada gambar 1 pada lampiran A3) | 48 |
| Gambar 4.2 Ilustrasi Pekerjaan Persiapan..... | 50 |
| Gambar 4.3 Lokasi stock pile dan spoil bank | 56 |
| Gambar 4.4 sketsa survey as saluran pengelak | 58 |
| Gambar 4.5 Metode Penggalian Secara Estafet | 60 |
| Gambar 4.6 Seketsa pekerjaan galian tanah pada area pekerjaan tanah saluran pengelak..... | 62 |
| Gambar 4.7 Potongan memanjang saluran pengelak dan galian tanah..... | 65 |
| Gambar 4.8 Injeksi semen pada mrtode grouting TAM | 67 |
| Gambar 4.9 Letak lantai kerja..... | 70 |
| Gambar 4.10 Pekerjaan Pembesian..... | 73 |
| Gambar 4.11 Pekerjaan Pemasangan Bekisting..... | 75 |
| Gambar 4.12 Tahapan pada bekisting..... | 76 |
| Gambar 4.13 Penggunaan balok kayu 5/5 dan multiplek 12 mm..... | 76 |
| Gambar 4.14 Pekerjaan Pembetonan | 77 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.15 Pekerjaan Pembetonan.(lanjutan) | 78 |
| Gambar 4.16 Pembagian tahapan pembetonan..... | 80 |
| Gambar 4.17 Pekerjaan dewatering..... | 85 |
| Gambar 4.18 Letak coffer zak pasir pada bagian hulu | 86 |
| Gambar 4.19 Sketsa ketebalan pemadatan | 89 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Faktor efisiensi kerja backhoe | 21 |
| Tabel 2.2 faktor bucket | 22 |
| Tabel 2.3 Faktor konversi galian untuk alat excavator | 22 |
| Tabel 2.4 Faktor efisiensi kerja..... | 24 |
| Tabel 2.5 Kecepatan dump truck dan kondisi lapangan | 24 |
| Tabel 2.6 Faktor untuk kondisi manajemen dan kondisi lapangan kerja | 34 |
| Tabel 2.7 Faktor Pengisian | 35 |
| Tabel 2.8 Jenis material dan ukuran bucket..... | 36 |
| Tabel 2.9 Kecepatan Gilas Alat | 37 |
| Tabel 2.10 Lebar gilas efektif | 38 |
| Tabel 2.11 Kecepatan dan jumlah lintasan alat pemadat | 39 |
| Tabel 4.1 Mobilisasi dan demobilisasi..... | 55 |
| Tabel 4.2 Durasi galian tanah setelah kenaikan produktivitas 20% | 65 |
| Tabel 4.3 Koordinat as pengelak..... | 68 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan dibangun pada cekungan hilir sungai yang memungkinkan untuk menampung air sungai.

Bendungan Tugu berlokasi di Kali Keser, merupakan anak sungai brantas, secara geografis terletak di perbatasan Trenggalek-Ponorogo. Pada proyek pembangunan bendungan tugu ini terdapat beberapa item pekerjaan diantaranya pembangunan saluran pengelak dan timbunan *cofferdam*.

Pembangunan saluran pengelak proyek bendungan tugu ini terdapat pada selatan area proyek bendungan tugu dan area tersebut merupakan zona kritis dikarenakan terletak padabawah tebing yang rawan longsor dan memiliki kemiringan yang terjal.

Saluran pengelak dan *cofferdam* merupakan item pekerjaan awal dan bertujuan untuk mengelakan aliran sungai yang awalnya mengalir pada area pekerjaan *maindam*. Pada pekerjaan tersebut membutuhkan waktu yang lama karena terdapat banyak kendala yang mana kendala tersebut berasal dari alam dan *human error*, dengan contoh; desain saluran pembuang shortcrete yang menyebabkan genangan pada area pekerjaan ketika musim penghujan, longsoran dari tebing akibat kondisi air tanah jenuh dan belum tercapainya kepadatan pada tebing tersebut, sedangkan pada *human error* berasal dari pekerjaan yang tidak dapat deiselesaikan sesuai dengan spesifikasi teknis salah satunya merubah spesifikasi teknik agar mendapat keuntungan lebih dan berdampak pada kurangnya kualitas bangunan. Kendala-kendala tersebut berdampak pada waktu, dimana pekerjaan tersebut seharusnya selesai dengan waktu yang telah direncanakan akan tetapi pekerjaan tersebut membutuhkan waktu yang

lama. Sehingga dapat disimpulkan terdapat kegagalan metode pelaksanaan.

Dengan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, disini penulis ingin mengatasi kesenjangan waktu dari item pekerjaan saluran pengelak dan *cofferdam*, maka di ambilah satu judul yaitu Metode Pelaksanaan Saluran Pengelak dan *Cofferdam* Bendungan Tugu Kab. Trenggalek, Jawa Timur. Inilah suatu bagian dari bendungan yang nantinya akan di jelaskan lebih detail lagi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pelaksanaan teknis dilapangan yang selama ini dilakukan oleh pihak kontraktor pelaksana proyek pembangunan Bendungan Tugu Kab. Trenggalek, penulis mengamati serta merumuskan masalah perlu ditentukan metode pelaksanaan yang efektif dan efisien yaitu :

1. Bagaimana cara menentukan metode pelaksanaan yang tepat dan efisien untuk setiap item pekerjaan dengan penggunaan sumber daya yang tersedia.
2. Menentukan kebutuhan alat berat dengan area pekerjaan yang telah ada.
3. Bagaimana cara meminimalisir kesalahan teknis dan *human error* pada pelaksanaan pekerjaan saluran pengelak dan *cofferdam*.

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah penulis buat, maka penulis membatasi beberapa permasalahan diantaranya :

1. Tidak membahas permasalahan yang terkait dengan pembebasan lahan.
2. Tidak menghitung rencana anggaran biaya.
3. Tidak menghitung lintasan kritis.
4. Tidak membuat kurva s.

1.4 Tujuan

Dari rumusan masalah dan batasan masalah yang telah penulis buat, maka tujuan penulisan TUGAS AKHIR TERAPAN ini adalah :

1. Mengetahui metode pelaksanaan yang efisien pada setiap item pekerjaan yang dilaksanakan.
2. Mengetahui jumlah alat berat yang bekerja pada saluran pengelak dan timbunan *cofferdam* serta kebutuhan waktu pekerjaan.
3. Memahami permasalahan yang terjadi dalam pelaksanaan pekerjaan saluran pengelak dan timbunan *cofferdam* serta menemukan solusi yang tepat untuk menanggulangi masalah tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Metode Pelaksanaan

Dalam melakukan suatu proyek konstruksi, diperlukan adanya suatu sistem manajemen yang baik jika proyek tersebut ingin berhasil dicapai. Berbagai metode dilakukan oleh pihak pelaksana untuk tercapainya tujuan proyek dengan baik. Metode-metode tersebut kemudian dikenal dengan istilah metode pelaksanaan konstruksi. Dimana semua metode itu mempunyai satu tujuan yang terpenting yaitu bagaimana menggabungkan semua sumber daya untuk tercapainya tujuan proyek tersebut. Salah satu sumber daya terpenting adalah peralatan konstruksi . Peralatan konstruksi harus tepat penggunaannya dan terkoordinasi dengan baik agar efisien. Ketepatan penggunaan peralatan tergantung dari faktor biaya, waktu, dan faktor sosial.

Dalam metode pelaksanaan terdapat berbagai macam pekerjaan. Beberapa pekerjaan dalam metode pelaksanaan meliputi:

2.1.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan ini dilakukan pada awal sebelum pelaksanaan struktur. Pekerjaan ini meliputi pekerjaan sebagai berikut :

- a. Akses jalan hantar
- b. *Clearing*
- c. Peralatan pendukung
- d. Penyimpanan peralatan
- e. *Dewatering*

2.1.2 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan yang meliputi pekerjaan galian yang mencakup penggalian, penanganan, pembuangan atau penumpukan tanah atau batu atau bahan lain dari *Borrow Area* atau sekitarnya dan pekerjaan timbunan yang mencakup kegiatan pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang disetujui untuk pembuatan timbunan, untuk penimbunan kembali galian struktur dan untuk timbunan umum yang diperlukan untuk membentuk dimensi timbunan sesuai dengan garis, kelandaian, dan elevasi penampang melintang yang diperlukan untuk penyelesaian pekerjaan. Berikut adalah beberapa contoh dari pekerjaan tanah:

- Pekerjaan galian, yang meliputi :
 - a. Pembersihan medan
 - b. Kupasan
 - c. Galian
 - Galian terbuka
 - Galian tertutup
 - Galian batu
 - Galian bangunan
- Pekerjaan timbunan, yang meliputi :
 - a. Timbunan biasa
 - b. Timbunan pilihan

Cara pelaksanaan pekerjaan tanah dapat dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia atau tenaga mesin.

2.1.3 Pekerjaan Bangunan Pengaman

Pekerjaan ini adalah berupa pekerjaan dinding shortcrete yang berada pada lereng yang terletak pada bagian selatan saluran pengelak. Berikut contoh bangunan pengaman tebing pada lokasi proyek seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Pekerjaan Shortcrete

Pekerjaan shortcrete bertujuan untuk meminimalisir adanya longsoran tebing. Pekerjaan tersebut dilaksanakan menggunakan material berupa campuran semen dan air yang kemudian disemprotkan pada tebing yang telah dilaksanakan pekerjaan galian.

2.1.4 Pekerjaan Dewatering



Gambar 2.2 Pompa yang digunakan untuk melakukan dewatering muka air tanah

Sumber : Fadiel, 2013

Pada pekerjaan badan bendungan pada tahap galian maupun konstruksi, seringkali terganggu oleh adanya air tanah. Oleh karena itu, sebelum galian tanah dan konstruksi untuk bendungan dimulai sudah harus dipersiapkan pekerjaan pengeringan (dewatering) dengan menggunakan pompa yang disambungkan dengan pipa seperti pada Gambar 2 agar air tanah yang ada tidak mengganggu proses pelaksanaan pekerjaan. Masalah galian dalam lebih kritis bila kondisi tanah merupakan tanah lunak atau pasir lepas dalam kondisi muka air tanah yang tinggi.

Sesungguhnya masalah dewatering dapat diartikan dalam 2 tinjauan. Yang pertama adalah pengeringan lapangan kerja dari air permukaan (misalnya air hujan atau air banjir yang masuk area galian). Yang kedua adalah karena peristiwa rembesan yang mengakibatkan air berkumpul di area galian dan mengganggu pekerjaan.



Gambar 2.3 Pipa yang digunakan dalam metode *dewatering*

Sumber : Fadhiel, 2013

Pada pekerjaan badan bendungan biasanya selain air yang berasal dari air tanah bisa air yang berasal dari aliran sungai tetapi pada hal ini difokuskan pada pengeringan area kerja terhadap air tanah dan air yang menggenang diakibatkan hujan di area proyek karena untuk aliran sungai sudah di atasi dengan adanya saluran pengelak yang sudah dibangun sebelumnya. Ada beberapa alat yang digunakan antara lain seperti pipa pada gambar 2.3

Metode dewatering yang akan dipilih tergantung beberapa faktor, antara lain :

- Debit rembesan air
- Jenis tanah
- Kondisi lingkungan sekitarnya
- Sifat tanah
- Air tanah
- Ukuran dan dalam galian
- Daya dukung tanah

- Kedalam dan tipe pondasi
- Design dan fungsi dari struktur
- Rencana pekerjaan

Terdapat tiga metode dewatering yang biasanya digunakan, yaitu :

- **Open pumping**

Metode ini masih dianggap sebagai teknik yang umum diterima dimana kolektor digunakan untuk mengumpulkan air yang berada permukaan (khususnya air hujan) dan rembesan dari tepi galian. Tentu saja posisi kolektor akan mengikuti terus elevasi galian. Fungsi kolektor adalah untuk membuang air keluar galian.

- **Predrainage**

Prinsip metode predrainage adalah menurunkan muka air terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian dimulai.

- **Cut Off**

Prinsip metode cut off adalah memotong aliran bidang air tanah melalui cara mengurung daerah galian dengan dinding. Metode ini perlu memperhitungkan dalamnya “D” tertentu agar tidak terjadi rembesan air masuk ke dalam daerah galian.

Pada pekerjaan bendungan ini kami memilih metode predrainage, di karenakan pada metode ini kami timbang adalah yang paling pas dikarenakan kondisi lapangan dan sifatnya yang tidak permanen serta tidak merusak keadaan tanah alaminya seperti metode *cut off*.

Runtutan pekerjaan yang akan dilakukan dalam metode predrainage adalah :

- a. Dibuat suatu perencanaan (*design wellpoints*) yang bertujuan untuk memperoleh jumlah *wellpoint* yang diperlukan (letak dan jaraknya) dan *kapasitas pompa* yang nantinya akan digunakan. Jarak tiap-tiap *wellpoint* biasanya berkisar antara 1 sampai 4 meter, dengan *suction lift* (penurunan muka air tanah) antara 5 sampai 7 meter.
- b. Dibuat sumur tes untuk mengetahui lapisan tanah dan tinggi muka air tanah, guna meyakinkan perencanaan yang ada.
- c. Dipersiapkan saluran untuk mengalirkan air buangan dari pompa ke dalam saluran drainase yang ada. Hal ini perlu menjadi perhatian karena debit air yang dibuang kadang-kadang cukup besar
- d. Dipasang *wellpoint* dengan kedalaman dan jarak tertentu dan bagian pengisapnya (bagian atas) dihubungkan dengan header (pipa penghubung antar titik *wellpoint*). Kemudian pipa-pipa tersebut dihubungkan dengan pompa dengan pipa buangnya disambung dan diarahkan ke saluran pembuang.
- e. Pada pemilihan sistem predrainage ini harus diperhatikan benar ketersediaan saluran drainase yang dapat menampung debit air yang harus dibuang per menitnya. Bila tidak tersedia saluran drainase yang cukup, akan timbul masalah baru, dalam rangka proses pengeringan (*dewatering*) dengan sistem predrainage ini. Untuk

mengatasi masalah tersebut, biasanya air buangan dimasukkan kembali ke dalam tanah dengan membuat sumur-sumur resapan.

- f. Pada titik-titik kedudukan *wellpoint* akan dilaksanakan pengeboran sampai dengan kedalaman dan tempat bagian atas saringan *wellpoint* terletak minimum 100 cm di bawah elevasi dasar galian (untuk tanah yang tidak UNIFORM).
- g. Bila dasar galian terletak pada tanah lempung (clay), maka bagian atas saringan berjarak kurang lebih 15 cm dari permukaan clay.
- h. Bila lapisan tanah terdiri dari pasir halus, maka saringan harus diletakkan sampai pada lapisan butir kasar. Hal ini untuk mencegah agar partikel halus dari tanah tidak ikut tersedot oleh pompa.
- i. Dalam hal ini instalasi pipa-pipa yang ada tidak boleh terjadi kebocoran, karena akan mengurangi efektifitas pada pompa yang digunakan.
- j. Bila elevasi dasar galian sangat dalam dari muka air tanah, sedang maximum suction lift hanya 5-7 meter, maka dapat dipergunakan dua cara, yaitu :
 - Multy Stage *Wellpoint* system
 - Kombinasi deep well dengan single stage *wellpoint*.

2.1.5 Peledakan (*Blasting*)

Kegiatan *blasting* dilakukan ketika ditemukan batuan besar atau bolder yang tidak diangkut menggunakan alat berat. *Bolder* ini di ledakan agar

mudah dipindahkan sehingga pekerjaan galian dapat dilanjutkan untuk mencapai galian rencana. Berikut merupakan tahap pelaksanaan pekerjaan blasting :

- a. Melakukan pengukuran terhadap batuan yang akan diledakan,
- b. Menentukan jumlah lubang atau titik yang akan dipasang bahan peledak dimana setiap lubangnya memiliki kedalamn 50 cm,
- c. Mempersiapkan bahan peledak yang akan digunakan.
- d. Memasukan komponen detonator ke dalam batang *power gel*,
- e. Detonator dan batang *power gel* yang telah menyatu dimasukan kedalam lubang batuan yang telah di core,
- f. Pada lubang tersebut ditaburkan serbuk anfo hingga kedalaman sekitar 20 cm,
- g. Menutup lubang pada batuan dengan menggunakan tanah, ditutup hingga merata agar seluruh lubang tak tampak.

Kabel dari tiap-tiap detonator dihubungkan secara parallel yang kemudian disambungkan dengan kabel induk. Kabel induk ini akan terhubung pada generator yang dapat memicu peledakan pada detonator. Jarak titik peledakan dengan sumber generator sekitar 200 m – 300 m.

2.1.6 Pekerjaan Beton

Pekerjaan beton adalah pekerjaan yang dikerjakan setelah tahap pembesian dan tahap pembekesting.

2.1.7 Pekerjaan Lantai Kerja

Pekerjaan lantai kerja adalah pekerjaan yang dimaksudkan untuk mempermudah pekerjaan selanjutnya yaitu pekerjaan striktur pada saluran. Pekerjaan ini sangat penting karena diperuntukan untuk mempermudah pengerjaan dikarenakan pekerjaan lantai kerja ini dipruntukan untuk membuat area kerja datar dan lebih mudah untuk pelaksanaan pekerjaan.

2.1.8 Pekerjaan Instalasi Listrik

Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Sehingga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana ditetapkan dapat tercapai.

Metode pelaksanaan merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa yang berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan, keadaan teknis dan ekonomis di lapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor. Metode pelaksanaan proyek untuk setiap jenis bangunan berbeda-beda.

2.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Persiapan

Adapun pekerjaan yang akan di persiapkan dalam pelaksanaan proyek pembangunan meliputi:

- Perencanaan site plan
- Mobilisasi dan Demobilisasi peralatan
- Instalasi listrik
- Instalasi air

2.2.1 Perencanaan Site Plan

Perencanaan site plan adalah perencanaan tata letak atau lay out dari fasilitas-fasilitas yang di perlukan selama masa pelaksanaan berlangsung, fasilitas-fasilitas yang di perlukan selama masa Pembangunan meliputi:

- **Direksi Keet**

Kantor peroyek di bangun sebagai tempat bekerja bagi para staf baik staf dari kontraktor, pengawas, maupun pemilik proyek di lapangan. Pembuatan direksi keet Pembangunan tidak di bangun secara permanen karena hanya bersifat sementara, namun tetap mengutamakan kenyamanan yang mengacu pada spesifikasi teknis dokumen pelelangan yakni Direksi keet dilengkapi dengan ketentuan dalam dokumen kontrak.

- ***Batching Plan***

Pada proyek dibutuhkan tempat untuk membuat adonan beton sendiri dikarenakan kebutuhan dalam pekerjaan beton sangat banyak. Dengan adanya batching plan di area proyek dapat memudahkan mobilisasi.

- ***Quarry***

Tempat pengambilan material yang berada dia area proyek maupun didekat proyek.

- **Gudang Material dan peralatan**

Pembuatan Gudang Material dan peralatan bertujuan untuk melindungi material maupun alat dari pengaruh cuaca.

- **Los Kerja Besi dan Kayu**

Los kerja besi merupakan tempat untuk memotong maupun membengkokkan besi beton sesuai gambar kerja. Los kerja kayu di gunakan sebagai tempat pembuatan bekesting.

- **Pagar proyek**

Konstruksi Pagar proyek di buat dengan menggunakan dinding seng dan diperkuat dengan menggunakan tiang –tiang besi atau kayu dan di ikat dengan paku/baut pengikat pada jarak tertentu, sehingga konstruksinya kuat dan sesuai dengan fungsi yakni untuk menjamin keamanan pekerja dalam lingkungan proyek.

2.2.2 Jalan Kerja

Jalan kerja berfungsi untuk jalur lalu lintas kendaraan proyek, dan di perhitungkan sehingga stagnasi dan kemacetan dapat dihindarkan, jalan kerja dibuat dengan menggunakan perkerasan sirtu (jika diperlukan) karena mempertimbangkan stabilitas tanah di lingkungan proyek.

2.2.3 Perhitungan Kebutuhan Sumber Daya

Perhitungan sumber daya dalam hal ini adalah menyangkut kebutuhan listik proyek dan air kerja.

2.2.4 Kebutuhan Listrik

Listrik yang dimaksud adalah jumlah daya yang di perlukan untuk pengoprasian alat-alat yang di butuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan.

2.2.5 Kebutuhan Air

Kebutuhan air kerja yang di butuhkan untuk keperluan proyek , dan bisa di peroleh dari sumur atau PDAM. Air kerja di perlukan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan;

1. *Batchting Plan* untuk pembuatan Mortar (Beton Molen)
2. Pengetesan peralatan mekanikal
3. Perawatan Pelesteran Dinding Tembok
4. Perawatan Beton

2.2.6 Mobilisasi Peralatan

Peralatan yang dimobilisasi pada tahap awal, adalah peralatan yang di buthkan untuk membangun fasilitas-fasilitas peroyek, seperti : Direksi Keet, Gudang,Pagar peroyek, *Quary*. Peralatan yang di gunakan masih terbatas pada peralatan ringan seperti alat-alat untuk pengukuran.

2.2.7 Pelaksanaan di Lapangan

Dimulai dengan melakukan pengukuran dan pembuatan patok ukur tetap yang akan menjadi pedoman bagi pengukuran-pengukuran selanjutnya. Patok tetap ini dibuat diluar garis bangunan yang akan dibangun agar tidak hilang selama pelaksanaan.

2.3 Alat Berat

Peralatan mekanik adalah alat penunjang untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan yang bertujuan memperoleh hasil yang maksimal dan untuk mencapai sasaran pekerjaan, antara lain, tepat waktu sesuai dengan jadwal dan sesuai jadwal yang direncanakan serta lebih

ekonomis bila dibandingkan dengan pekerjaan fisik manusia secara langsung.

Ada beberapa faktor yang diperhatikan untuk pemilihan penggunaan alat berat, antara lain :

1. Kondisi medan atau karakteristik tanah
2. Karakteristik pekerjaan
3. Teknik pelaksanaan pekerjaan
4. Kapasitas pekerjaan yang dibutuhkan

2.3.1 Sumber Alat Berat

1. Alat Berat yang dibeli oleh Kontraktor

Alat berat yang dimiliki oleh kontraktor yaitu alat berat yang dibeli oleh kontraktor dan kontraktor mendapat keuntungan dari pemakaian alat tersebut dengan biaya per jam oleh pengguna jasa alat.

2. Alat Berat yang disewa-beli (*Leasing*) oleh kontraktor

Alat berat sewa-beli (*leasing*) adalah alat berat yang dipakai kontraktor untuk pengerjaan proyek dengan membayr pada perusahaan sewa-beli dengan jangka waktu yang lama. Dan di akhir masa sewa beli alat berat menjadi milik pihak kontraktor (*penyewa*). Biaya pemakaian sewa-beli pada umumnya akan lebih tunggu dibandingkan dengan sewa biasa.

3. Alat Berat yang disewa oleh Kontraktor

Alat berat yang disewa oleh kontraktor dengan jangka waktu tertentu dan tidak terlalu lama dengan biaya yang tinggi. Karena itu, penggunaan Alat sewa haru se-efisien mungkin.

2.3.2 Jenis-jenis Alat Berat yang Digunakan

Peralatan alat berat yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek pembangunan Bendungan,

dipakai Excavator, *Backhoe*/Clamshell, Crawler drill, *Bulldozer*, Vibro roller, Tandem roller, Motor grader, Tire roller, Truck flatbed, Truck mixer, Loader, Dump truck, Crane truck hydraulic, Grout pump, dan Concrete pump, untuk pemuatan dan pengangkutan bucket, papan shuttering, serta peralatan – peralatan lain diperlukan untuk grouting, pendistribusian bentonit.

- ***Excavator***

Excavator adalah sebuah peralatan penggali, pengangkut dan pemuat tanah tanpa terlalu banyak berpindah tempat.

Bagian pokok dari *excavator* adalah sebagai berikut:

- *Travel unit*, merupakan bagian untuk berpindah (roda ban atau roda rantai).
- *Resolving unit*, merupakan bagian yang berputar dan pusat semua gerakan. Bagian – bagian penting dari *resolving unit* adalah *cabi*, *control levers* dan *operator seat*.
- *Attachment* merupakan peralatan tambahan yang terpasang pada *excavator*. Jenis – jenis *attachment* yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :
 - a) *Shovels*
 - b) *Dragline*
 - c) *Backhoe*
 - d) *Clamshell*

Dalam pelaksanaan pekerjaan digunakan *attachment backhoe* merupakan jenis *shovels* yang khusus dibuat untuk penggalian tanah dibawah permukaan, seperti galian pondasi, parit, dan lain – lain. *Backhoe attchment* bisa berupa kendali kebel maupun hidrolis (*Hydraulic*

operated). Produk baru (hidrolis) mempunyai kelebihan dalam hal penetrasi, kelincahan gerak dan lain – lain.

a. Waktu kerja dan siklus *excavator*

Gerakan – gerakan *backhoe* dalam beroperasi ada empat macam, diantaranya adalah :

1. Pengisian *bucket (load bucket)*
2. Mengangkat dan *swing (swing loaded)*
3. Membuang (*dumping*)
4. Mengayun balik (*swing empty*)

Empat gerakan dasar tadi akan didapat *cycle time* yang menentukan lama waktu siklus, tetapi waktu ini juga tergantung dari ukuran *backhoe*. *Backhoe* kecil waktu siklusnya akan lebih cepat, sebaliknya dengan kerja yang berat seperti tanah yang keras gerakan *excavator backhoe* akan menjadi lebih lambat.

b. Perhitungan produksi *excavator*

Beberapa faktor koreksi yang dapat mempengaruhi produktifitas *backhoe* yaitu:

1. Kondisi pekerjaan
 - a. Keadaan jenis tanah
 - b. Tipe pembuangan
 - c. Kemampuan operator
 - d. Pengaturan
2. Faktor mesin
 - a. *Attachment* yang cocok untuk pekerjaan
 - b. Kapasitas *bucket*
 - c. Waktu dan siklus yang dipengaruhi kecepatan dan sistem hidrolis
3. Faktor *swing* dan kedalaman galian

Dalam pengoperasian makin dalam pemotongan yang diukur dari permukaan tempat *excavator* beroperasi, makin sulit pula untuk mengisi *bucket* secara optimal dengan sekali gerakan. Dengan demikian untuk memperoleh pengisian *bucket* secara optimal diperlukan beberapa kali gerakan yang akan menambah waktu siklus.

4. Faktor pengisian material

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = q \times \frac{60}{CT} \times E$$

Keterangan :

Q = Kapasitas per jam (m³/jam)

q = Kapasitas per siklus (m³/jam)

E = Efisiensi

CT = *Cycle Time* (menit)

Tabel 2.1 Faktor efisiensi kerja *backhoe*

| kondisi operasi | faktor efisiensi |
|-----------------|------------------|
| Baik | 0.83 |
| Sedang | 0.75 |
| Agak kurang | 0.67 |
| Kurang | 0.58 |

Sumber : Menteri pekerjaan umum, 2013

Tabel 2.2 faktor bucket

| kondisi operasi | kondisi lapangan | faktor bucket |
|-----------------|------------------------------------|----------------|
| Mudah | tanah biasa, lempung, tanah lembut | 1.1-1.2 |
| Sedang | tanah biasa berpasir, kering | 1-1.1 |
| agak sulit | tanah biasa berbatu | 1-0.9 |
| Sulit | batu pecah hasil | 0.9-0.8 |

Sumber : Menteri pekerjaan umum, 2013

Tabel 2.3 Faktor konversi galian untuk alat excavator

| kondisi galian (kedalaman max) | kondisi membuang, menumpahkan (dumping) | | | |
|-----------------------------------|---|--------|------------|-------|
| | Mudah | Normal | agak sulit | sulit |
| < 40% | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.4 |
| 40% - 75% | 0.8 | 1 | 1.3 | 1.6 |
| > 75% | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 1.8 |

Sumber : Menteri pekerjaan umum, 2013

- ***Dump Truck***

Truk tidak hanya untuk pengangkutan tanah tetapi juga untuk material – material lain. Dalam pengisian baknya, truk memerlukan alat lain seperti *Excavator* dan *Loader*. karena truk sangat tergantung pada alat lain, untuk pengisian material tanah perlu memperhatikan hal – hal berikut :

1. *Excavator* merupakan penentu utama jumlah truk.
2. Jumlah truk yang menunggu jangan lebih dari 2 unit.
3. Isi truk sampai kapasitas maksimumnya.
4. Untuk pengangkatan material beragam, material paling berat diletakkan di bagian belakang (menghindari terjadinya kerusakan pada hidrolis).
5. Ganjal ban saat pengisian
6. Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas suatu alat tergantung dari waktu siklusnya. Waktu siklus truk terdiri dari jumlah siklus *Excavator* mengisi truk, waktu siklus *Excavator*, jarak angkut material, kecepatan angkut, dan kecepatan kembali.

Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas *Dump truck* adalah :

$$Q = C \times \frac{60}{CT} \times E$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas per jam (m³/jam)
- q = Kapasitas per siklus (m³/jam)
- E = Efisiensi
- CT = Cycle Time (menit)

Tabel 2.4 Faktor efisiensi kerja

| kondisi kerja | efisiensi kerja |
|---------------|-----------------|
| Baik | 0.83 |
| Sedang | 0.8 |
| kurang baik | 0.75 |
| Buruk | 0.7 |

Sumber : Menteri pekerjaan umum, 2013

Tabel 2.5 Kecepatan dump truck dan kondisi lapangan

| kondisi lapangan | kondisi beban | kecepatan |
|------------------|---------------|-----------|
| Datar | Isi | 40 |
| | Kosong | 60 |
| Menanjak | Isi | 20 |
| | Kosong | 40 |
| Menurun | Isi | 20 |
| | Kosong | 40 |

Sumber : Menteri pekerjaan umum, 2013

- ***Vibro Roller***

Vibro roller merupakan sebuah alat penggilas pemadatan bergetar yang berfungsi untuk menggetarkan tanah yang akan dipadatkan supaya kaitan butir pada tanah menjadi lepas dan menyusun diri kembali menjadi butir yang lebih rapat.

1. Perhitungan produksi *Vibro roller*

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktifitas *Vibro roller* yaitu :

- Kondisi lapangan / pekerjaan.
 - a. Keadaan dan jenis tanah
 - b. Kemampuan operator
 - c. Manajemen
- Faktor Peralatan
- Faktor Cuaca
- Faktor Meterial

Kapasitas produksi *vibro roller* dapat dihitung dengan cara :

$$A = \frac{V \times B2 \times E}{N}$$

$$Q = A \times D \times f$$

Keterangan produksi *vibro roller* :

Q = Produksi alat berat (m³/jam)

A = Luas yang dipadatkan per jam (m²/jam)

B2 = Lebar efektif pemadatan (m)

V = Kecepatan gilas (km/jam)

E = Efisiensi

N = Banyak lintasan

D = Tebal Lapisan timbunan (m)

F = Koefisien konversi Volume tanah

- ***Tire Roller***

Tire Roller merupakan salah satu alat penggilas yang digunakan untuk memadatkan lapisan asphalt atau tanah yang menggunakan roda ban karet yang dipompa (pneumatic) sebagai permukaan yang menggilas permukaan asphalt atau tanah. susunan roda bagian depan dan roda bagian belakang diatur secara selang – seling, sehingga seluruh permukaan yang dilintasi akan menjadi rata. Bagian yang tidak dilintasi roda depan akan dilintasi roda belakang.

Proses pemadatannya menggunakan gabungan antara metode *knocking action* (tanah diremas oleh gigi pada roda sehingga udara dan air yang terdapat pada material dapat dikeluarkan) dan *static weight* (permukaan tanah ditekan oleh sesuatu pemberat tertentu secara perlahan – lahan). Tekanan alat pada permukaan tanah diatur dengan cara mengatur berat alat, menambah atau mengurangi tekanan ban, dan mengatur lebar ban.

Selain itu alat ini juga menggunakan *Ballast* untuk penambahan berat namun untuk pemadatan lapisan aspal panas (*Hotmix asphalt*) alat ini tidak menggunakan *Ballast*. Untuk tekanan ban tergantung jenis atau kondisi tanah. Untuk pekerjaan pemadatan memerlukan 4 sampai 8 pass. Sedangkan untuk pekerjaan pemadatan jalan dilakukan dengan 4 sampai 6 pass.

Kapasitas produksi *Tire roller* dapat dihitung dengan cara :

$$A = \frac{V \times B2 \times E}{N}$$

$$Q = A \times D \times f$$

Keterangan produksi *Tire Roller* :

| | |
|----|--|
| Q | = Produksi alat berat (m ³ /jam) |
| A | = Luas yang dipadatkan per jam (m ² /jam) |
| B2 | = Lebar efektif pemadatan (m) |
| V | = Kecepatan gilas (km/jam) |
| E | = Efisiensi |
| N | = Banyak lintasan |
| D | = Tebal Lapisan timbunan (m) |
| F | = Koefisien konversi Volume tanah |

- ***Tandem Roller***

Tandem Roller biasanya digunakan untuk penggilasan akhir, atau untuk memadatkan permukaan. *Tandem Roller* tidak dipakai untuk permukaan batuan keras dan tajam karena akan merusak rodanya. Terdapat dua jenis tandem roller yaitu *two axle tandem roller* dan *three axle tandem roller* untuk model pertama memiliki berat berkisar antara 8 sampai 14 ton. *Ballast* yang dipakai biasanya cairan. Sedangkan *three tandem roller* berfungsi untuk menambah kepadatan.

Kapasitas produksi *Tandem Roller* dapat dihitung dengan cara :

$$A = \frac{V \times B2 \times E}{N}$$

$$Q = A \times D \times f$$

Keterangan produksi *Tandem Roller* :

| | |
|----|---|
| Q | = Produksi alat berat (m ³ /jam) |
| A | = Luas yang dipadatkan per jam (m ² /jam) |
| B2 | = Lebar efektif pemadatan (m) |
| V | = Kecepatan gilas (km/jam) |
| E | = Efisiensi |
| N | = Banyak lintasan |
| D | = Tebal Lapisan timbunan (m) |
| F | = Koefisien konversi Volume tanah |

- ***Truck mixer***

Truck Mixer merupakan alat berat yang berfungsi sebagai pengangkut beton ready mix pada jarak tertentu dari batching plant sampai ke tempat pengecoran. *Truck Mixer* juga berfungsi sebagai pengaduk beton serta mengangkutnya ke lokasi pembetonan. Metode kerja alat ini adalah : pertama dengan memasukkan agregat, semen, dan bahan aditif yang telah dicampur dari *batching plant* ke dalam drum yang terletak di atas *truck mixer*. Air ditambahkan saat pengadukan dimulai. Jika pengisian menggunakan *batching plant type dray* maka saat pengisian *mixer* harus diputar dengan kecepatan antara 10 – 18 Rpm dengan waktu antara 5 menit, kemudian *mixer* berfungsi sebagai *agitator* sampai ke tempat pengecoran.

Alat ini juga berfungsi sebagai *agitator truck* yang mengangkut hasil adukan dari *mixing plant* ke proyek. Beton yang diangkut sebagai beton plastis. Dalam pengangkutan beton ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yang pertama adalah *segregasi* dengan mengatur tinggi jatuh beton saat dikeluarkan dari atau dimasukkan ke dalam *drum mixer* harus lebih kecil dari 1,5 m, kecuali jika menggunakan pipa. Faktor lainnya yaitu jarak pengangkutan yang ditempuh.

Kapasitas produksi *Truck Mixer* dapat dihitung dengan cara :

$$Q = \frac{60 \times C \times E}{cm}$$

Keterangan :

Q = Produksi alat berat (m³/jam)

C = Kapasitas *Truck Mixer* (m³)

E = Efisiensi Kerja

Cm = Circle time (menit)

Cm = t₁ + t₂ + t₃ + (D/V₁) + (D/V₂)

T₁ = Waktu charging (menit)

T₂ = Waktu discharging (menit)

T₃ = Waktu tunggu dan setting (menit)

D = Jarak angkut (m)

V₁ = Kecepatan angkut (m/menit)

V₂ = Kecepatan kembali (m/menit)

- **Wheel Loader**

Wheel Loader adalah alat pemuat beroda karet (ban) untuk landasan kerja relatif rata, kering dan kokoh. Bergungsi sebagai pemuat tanah / bahan lain ke dalam alat angkut. Ada beberapa hal dalam pengoperasian loader yang harus diperhatikan yaitu hal yang berkaitan

dengan pengisian bucket loader dan pembongkaran muatan untuk efisiensi kerja. Untuk pengisian loader pertama-tama ujung bucket menyentuh permukaan tanah. Kemudian loader maju secara perlahan hingga material masuk ke bucket yang bergerak turun, setelah itu mengangkat bucket agar material tidak turun / jatuh.

Terdapat tiga metode dalam mengisi muatan ke dalam truck, yaitu :

1. Metode “*shape loading*” yaitu truck bergerak maju saat *wheel loader* mengambil material dari *stock pile*, dan truck bergerak mundur saat akan dimuati loader.
2. Metode “*v-shape loading*” pada metode ini truck tidak bergerak, pada saat pengisian material sampai penuh dan *wheel loader* bergerak maju mundur membentuk huruf v dari arah pengambilan material ke posisi truck.
3. Metode “*pass loading*” metode ini digunakan apabila *wheel loader* tersedia dua unit atau lebih, truck bergerak dari loader ke loader yang lain sampai terisi penuh.

Kapasitas produksi *Wheel Loader* dapat dihitung dengan cara :

$$Q = \frac{60 \times q \times E \times f}{cm}$$

Keterangan :

- Q = Produksi alat berat (m³/jam)
 q = Kapasitas *bucket wheel loader* (m³)
 E = Efisiensi Kerja
 f = Koefisien konversi tanah
 Cm = Circle time (menit)

- ***Concrete Pump***

Concrete Pump adalah alat untuk memindahkan adonan *concrete* pada saat proses pengecoran *concrete* (beton). Proses dilakukan dengan cara memompa dengan *piston hydraulic* secara bergantian. Beton yang akan dipompa harus memenuhi kekentalan atau *slump* tertentu dan diameter *aggregate* tertentu yang disyaratkan dalam spesifikasi pompa beton.

Concrete Pump juga berfungsi untuk memudahkan proses pengecoran saat adonan beton tiba di proyek dari *truck mixer* untuk disalurkan ke lokasi yang akan dilakukan pekerjaan beton dengan jarak hantar hingga 300 m secara horizontal dan 100 m secara vertikal. Metode kerja alat ini yaitu setelah beton dimuat *Drum Mixer* kemudian dituangkan ke dalam *Concrete Pump*, secara berangsur – angsur dan kontinyu, kemudian beton dihisap oleh piston dalam silinder, selanjutnya ditekan atau dipompa lagi oleh piston secara berhantian dengan tekanan tinggi di atas 50 bar. Pemindahan beton dari *Concrete Pump* ke tempat yang akan dicor melalui instalasi pipa *Concrete Pump* dengan mengatur panjangnya pipa sampai ke tempat pengecoran dengan mempertimbangkan jarak jangkauan dalam spesifikasi pompa, dan pada ujung pipa dipasang *flexible hose*, untuk memudahkan pengecoran. Kemampuan alat ini dapat menyalurkan beton hingga 120 m³/jam. Untuk mengurangi produktivitasnya dapat dilakukan dengan memperkecil diameter pipanya.

- **Bulldozer**

Bulldozer merupakan *tractor* yang dipasangkan pisau atau *Blade* di bagian depannya.

Pisau berfungsi untuk mendorong atau memotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan yang menggunakan *Bulldozer* adalah : pembersihan lahan dari pepohonan, membuka jalan baru, memindahkan material pada jarak hingga 100 m, membantu mengisi material pada *scraper*, menyebarkan material, menimbun kembali saluran dan membersihkan *quarry*.

Kapasitas produksi *Bulldozer* dapat dihitung dengan cara :

$$Q = \frac{W \times V \times D \times E \times f}{N}$$

Keterangan :

Q = Produksi alat berat (m³/jam)

W = Lebar spreading efektif (m)

E = Efisiensi Kerja

f = Koefisien konversi volume tanah

N = Banyak spreading

D = Tebal lapisan timbunan (m)

V = Kecepatan kerja

2.3.3 Hitungan Kapasitas Produksi

Hitungan kapasitas produksi didasarkan pada koefisies tenaga kerja yang dikerluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pacitan 2015 (harga satuan pokok kegiatan), sebagaimana tercantum dalam daftar analisa harga satuan sesuai dengan jenis pekerjaannya.

Kapasitas produksi per hari dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Kapasitas produksi per hari :

$$\frac{\text{Jumlah Tenaga Kerja Per Hari}}{\text{Kofisien Tenaga}}$$

Tabel 2.6 Faktor untuk kondisi manajemen dan kondisi lapangan kerja

| Kondisi Lapangan Kerja | Kondisi Manajemen | | | |
|------------------------|-------------------|------|--------|------------|
| | Baik Sekali | Baik | Sedang | Tidak Baik |
| Baik Sekali | 0,84 | 0,81 | 0,76 | 0,7 |
| Baik | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,65 |
| Sedang | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,6 |
| Tidak Baik | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,62 |

Sumber : Sosrodarsono, 1992

Tabel 2.7 Faktor Pengisian

| Material | Faktor Pengisian |
|------------------------|------------------|
| Pasir & Kerikil | 0,9 – 1 |
| Tanah Biasa | 0,8 -0,9 |
| Tanah Liat Keras | 0,65 - 0,75 |
| Tanah Liat Basah | 0,5 - 0,6 |
| Batu Pecah Baik | 0,6 -0,75 |
| Batu Pecah Kurang Baik | 0,4 - 0,5 |

Sumber : Sosrodarsono, 1992

Tabel 2.8 Jenis material dan ukuran bucket

| Jenis Material | Ukuran Bucket (CUYD) | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|
| | 0,375 | 0,5 | 0,75 | 1 | 2,75 | 5,5 | 3,25 | 2 | 10,5 |
| Tanah Lembab atau Lempung berpasir | 3,8 | 4,6 | 5,3 | 6 | 6,5 | 7 | 7,4 | 7,8 | 8,4 |
| Pasir dan kerikil. Tanah biasa baik | 4,5 | 5,7 | 6,8 | 7,8 | 8,5 | 9,2 | 9,7 | 10,2 | 11,2 |
| Tanah liat, baik, keras | 6 | 7 | 8 | 9 | 9,8 | 10,7 | 11,5 | 12,2 | 13,3 |
| Tanah liat basah | | | | | | | | | |

Sumber : Sosrodarsono, 1992

Tabel 2.9 Kecepatan Gilas Alat

| Kecepatan gilas alat (V) | |
|--------------------------|-------------|
| Road roller | 2,0 km/jam |
| Tire roller | 2,5 km/jam |
| Vibration roller | 1,5 km/jam |
| Tandem roller | 0-10 km/jam |
| Soil compactor | 4-10 km/jam |
| Tamper | 1,0 km/jam |

Sumber : Sosrodarsono, 1992

Tabel 2.10 Lebar gilas efektif

| Lebar gilas efektif (W) | |
|-------------------------|--------------------------------|
| Macadam roller | Lebar roda depan - 0,2 m |
| Tandem roller | Lebar roda depan - 0,2 m |
| Soil compactor | (Lebar roda depan x 2) - 0,2 m |
| Large vibratory roller | Lebar roda belakang - 0,2m |
| Small vibratory roller | Lebar roda belakang - 0,1 m |
| <i>Bulldozer</i> | (Lebar pisau x 2) - 0,3 m |

Sumber : Sosrodarsono, 1992

Tabel 2.11 Kecepatan dan jumlah lintasan alat pemadat

| jenis pemadat | kec rat-rata | jumlah lintasan | Bo |
|----------------------|--------------|-----------------|-----|
| road roller | 2 | 4 s/d 8 | 0.2 |
| tire roller | 2.5 | 3 s/d 5 | 0.3 |
| vibrating roller bsr | 1.5 | 4 s/d 12 | 0.2 |
| vibrating roller kcl | | | 0.1 |
| soil compactor | 4 s/d 10 | 4 s/d 12 | 0.2 |
| Tamper | 1 | | |
| macadam roller | | | 0.2 |
| tandem roller | | | 0.2 |
| <i>Bulldozer</i> | | | 0.3 |

Sumber : Menteri pekerjaan umum, 2013

2.4 Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia yang ada pada suatu proyek dapat dikategorikan sebagai tenaga kerja tetap dan tenaga kerja tidak tetap. Pembagian kategori ini dimaksudkan agar efisiensi perusahaan dalam mengelola sumber daya dapat maksimal dengan beban ekonomis yang memadai. Tenaga kerja/karyawan yang berstatus tetap biasanya dikelola perusahaan dengan pembayaran gaji tetap setiap bulannya dan diberi beberapa fasilitas lain dalam rangka memelihara produktivitas kerja karyawan serta rasa kebersamaan dan rasa memiliki perusahaan. Hal ini dilakukan agar karyawan tetap sebagai aset perusahaan dapat memberikan karya terbaiknya serta memberikan keuntungan bagi perusahaan sesuai dengan keahlian yang dimilikinya. Adanya tenaga kerja tidak tetap dimaksudkan agar perusahaan tidak terbebani oleh pembayaran gaji tiap bulan bila proyek tidak ada atau jumlah kebutuhan tenaga kerja pada saat tertentu dalam suatu proyek dapat disesuaikan dengan jumlah yang seharusnya.

2.5 Estimasi Biaya

Estimasi detail dibuat oleh kontraktor dengan mengacu design konsultan perencana yang berupa dokumen lelang, dimana estimasi yang dibuat lebih terperinci dan teliti karena sudah memperhitungkan segala kemungkinan seperti:

- Memperhatikan kondisi medan,
- Mempertimbangkan metoda pelaksanaan,
- Memperhitungkan stock material,
- Memperhatikan kemampuan peralatan kerja,
- Dan hal-hal lainnya yang berpengaruh terhadap estimasi biaya.

Estimasi detail ini dijabarkan dalam bentuk harga penawaran yang diajukan oleh kontraktor pada waktu

pelelangan dan akan menjadi “fixed price” (harga pasti) bagi pemilik proyek setelah kontraktor ditunjuk sebagai pemenang pelelangan dan Surat Perjanjian Kerja (SPK) sudah ditanda tangani. Estimasi detail ini dipakai untuk acuan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek, seperti :

- Penentuan bobot tiap item pekerjaan di dasarkan pada harga satuan item pekerjaan.
- Pembuatan kurva S didasarkan pada harga kontrak.
- Perhitungan prosentase pekerjaan didasarkan pada perbandingan antarahargaitem pekerjaan yang telah dilaksanakan dengan harga item pekerjaan yang sama dikontrak.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Penjelasan

3.1.1 Tahap Persiapan

Menyiapkan judul dari proyek TUGAS AKHIR TERAPAN dan kelengkapan administrasi, baik dari kampus maupun instansi lainnya.

3.1.2 Pengumpulan Data

Diambil dari instansi / konsultan yang berupa peta lokasi, data perencanaan yang dilanjutkan dengan survey lapangan, dan gambar rancangan.

3.1.3 Uraian Jenis Pekerjaan

Dari data-data tersebut maka semua jenis pekerjaan di inventarisasi dan dikelompokkan / dibagi sedemikian rupa agar mempermudah penyusunannya.

3.1.4 Analisa Pekerjaan

Menganalisa waktu, tenaga kerja maupun alat berat dari tiap-tiap jenis pekerjaan yang berdasarkan dari buku-buku yang berhubungan dengan bidang konstruksi

3.1.5 Network Planning

Menggunakan 2 (dua) *software* :

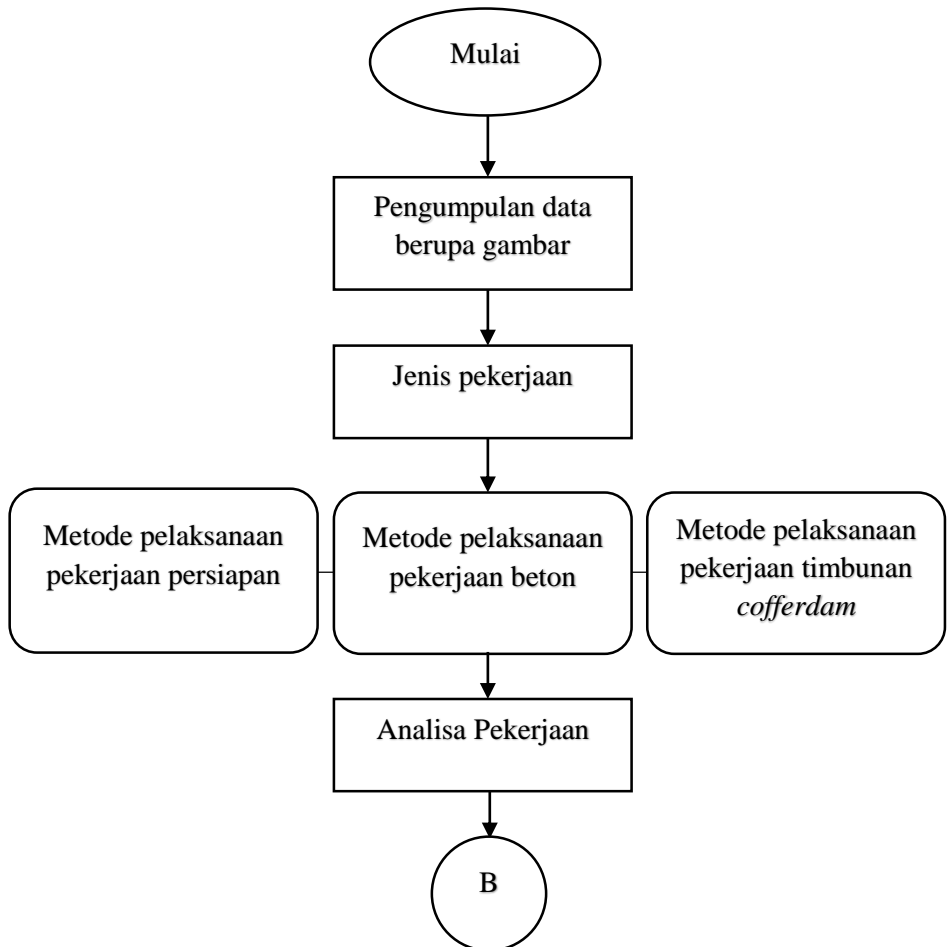
1. MS Excel untuk mengetahui perhitungan produktivitas alat berat alat berat
2. Auto CAD untuk menggambar denah beserta lokasi pekerjaan

3.1.6 Kesimpulan

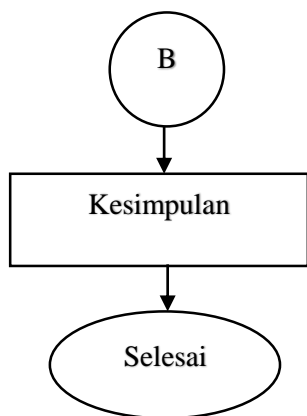
Dari uraian diatas akhirnya dapat diketahui metode pelaksanaannya, jumlah kebutuhan alat berat dan tenaga manusia, untuk pelaksanaan pembangunan saluran pengelak, dan waktu yang dibutuhkan.

3.2 Diagram Alir

Dalam menyusun laporan tugas akhir ini dapat dilaksanakan dengan metode seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir metode penyusunan tugas akhir terapan



Gambar 3.2 Diagram alir metode penyusunan tugas akhir terapan (lanjutan)

BAB IV

METODE PELAKSANAAN

4.1 Umum

Pada bab ini menjelaskan garis besar metode pelaksanaan yang akan dilakukan untuk pekerjaan saluran pengelak dan timbunan *cofferdam* sebagaimana telah ditunjukkan dalam gambar dan spesifikasi.

Selain itu juga disebutkan pekerjaan persiapan dan fasilitas kerja yang dapat menunjang pelaksanaan pembangunan saluran pengelak dan timbunan *cofferdam*.

4.2 Sistem Pengelak Sungai

Saluran pengelak dibuat di sisi kanan (arah aliran). Perencanaan saluran pengelak direncanakan dengan menggunakan debit banjir Q_{25} sebagaimana berikut :

| | |
|-------------------------|---|
| Tipe | : Box Konduit |
| Dimensi dalam | : 3,20 m lebar X 3,20 meter |
| tinggi, sebanyak 2 buah | |
| Debit rencana | : $Q_{25} = 252,70 \text{ m}^3/\text{dt}$ |
| Elevasi inlet konduit | : El. 192,00 |
| Elevasi outlet konduit | : El. 176,00 |
| Panjang konduit | : 545,00 m |
| Kemiringan | : 0.0294 |

Timbunan *cofferdam* dilakukan apabila pekerjaan saluran pegelak telah selesai. Pekerjaan timbunan dilakukan sesuai dengan spesifikasi teknik dan dengan data yang telah direncanakan oleh konsultan perencanaan, sebagaimana berikut :

| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Tipe | : Urugan batu dengan inti miring |
| Elevasi <i>cofferdam</i> hulu | : Elv +203.5 |
| Elevasi <i>cofferdam</i> hilir | : Elv +198 |
| Lebar Puncak | : 4 meter |

pekerjaan suatu proyek dengan baik, lancar, dan terkondisi. Pekerjaan persiapan dapat di kategorikan menjadi ; *clearing*, *dewatering*, mobilisasi alat berat, pembuatan patok, dan lain-lain.

Sebelum kegiatan fisik dimulai akan dilaksanakan pekerjaan seperti pada gambar 4.2 terlebih dahulu, dengan runtutan pekerjaan seperti berikut:

- a. Melaksanakan uitzet, pengukuran dengan pesawat ukur, untuk mendapatkan gambar *Mutual Check* 0% (MC 0).
- b. Memasang patok-patok tetap, patok-patok bantu, bouwplank profil yang peil-peilnya diambil dari peil pokok.
- c. Memasang patok as bangunan dan batas bangunan yang dikerjakan.
- d. Patok titik tetap bangunan harus dipasang di tempat yang aman tidak terusik oleh pelaksanaan pekerjaan.
- e. Patok As, profil, bouwplank yang dipasang harus kokoh tidak mudah berubah.
- f. Untuk kontrol peil sehubungan besarnya beda tinggi maka harus dibuat bouwplank untuk peil-peil bantu.
- g. Setelah uitzet selesai dikerjakan, maka segera meminta Direksi untuk mengecek dan minta persetujuannya.



Gambar 4.2 Ilustrasi Pekerjaan Persiapan
Sumber : Wijaya Karya, 2014

1. *Clearing*

Pekerjaan *clearing* dilakukan pertama kali agar mempermudah pekerjaan selanjutnya. Pekerjaan tersebut membutuhkan tenaga manusia dan sedikit pemakaian alat berat. *Clearing* dapat dilakukan dengan cara :

- a. Prosedur pekerjaan *clearing* dapat dilaksanakan dengan urutan pengerjaan *bulldozer* sebagai alat pembersih, penebang, pencabut akar, dan pemerata tanah lalu dilanjutkan excavator *backhoe* kapasitas *bucket* 0,6 m³ sebagai alat pengangkut/pemindah material hasil *clearing* ke dump truck yang berfungsi memuat material untuk dibuang di spoilbank dan pada spoilbank material

dihampar menggunakan *bulldozer* dengan kapasitas produksi 33 m³/jam.

- b. Pepohonan yang besar dan akarnya kuat ditumbangkan dan dicabut menggunakan alat berat berupa *bulldozer* 15 ton dengan kapasitas produksi perjam 33 m³/jam (perhitungan dalam lampiran).
- c. Untuk pepohonan yang kecil berupa semak semak dibersihkan dengan peralatan manual yaitu gergaji/chainsaw dan parang.
- d. Material dari hasil pembersihan dibuang pada lokasi yang jauh dari medan kerja (spoilbank) atau dibakar di lokasi yang aman.
- e. Bila area sudah bersih dari tanaman dan tonggak dan akar pohon, pekerjaan stripping / pengupasan tanah dilaksanakan dengan menggunakan alat berat *bulldozer*. Pekerjaan tersebut dilaksanakan untuk membuang semua material organik dan lapisan tanah yang jelek sehingga mendapatkan struktur tanah yang bebas dari material yang sifatnya mengganggu.

Pada pekerjaan pembersihan diketahui data volume 33.971 m² sehingga membutuhkan waktu 22 minggu untuk menyelesaikan pekerjaan clearing (perhitungan pada lampiran). Pekerjaan pembersihan membutuhkan alat berat sebagai alat bantu kerja, diantaranya *excavator*, *dump truck*,

bulldozer. Alat-alat tersebut mempunyai fungsi dan produktifitas yang berbeda-beda.

2. *Dewatering*

Pekerjaan *dewatering* bertujuan untuk menghilangkan genangan air yang ada pada pekerjaan saluran pengelak akibat buangan dari saluran drainase *shortcrete* ketika hujan. Pekerjaan tersebut membutuhkan alat berupa pipa biasanya berdiameter 4'' dan pompa air (daya sesuai dengan kebutuhan) untuk menghisap air. Untuk pemilihan metode *dewatering* harus sesuai dengan kondisi lapangan dan untuk tahapanya sudah dipaparkan dalam landasan teori. Metode pelaksanaan *dewatering* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Dibuat suatu perencanaan (*design wellpoints*) untuk memperoleh jumlah *wellpoints* yang diperlukan (letak dan jaraknya) dan kapasitas pompa yang akan digunakan. Jarak tiap *wellpoints* biasanya berkisar antara 1 sampai 4 meter, dengan *suction lift* (adalah ketinggian vertikal dari permukaan air yang harus dipompa ke atas oleh pompa terhadap pusat pompa) antara 5 sampai 7 meter.
2. Dibuat sumur tes untuk mengetahui lapisan tanah dan tinggi muka air tanah, guna meyakinkan perencanaan yang ada.

3. Dipersiapkan saluran untuk mengalirkan air buangan dari pompa ke dalam saluran drainase yang ada. Hal ini perlu menjadi perhatian karena debit air yang dibuang kadang-kadang cukup besar
 - b. Dipasang *wellpoint* dengan kedalaman dan jarak tertentu pada bagian penghisapnya dihubungkan dengan header (pipa penghubung *wellpoint*). Kemudian *headerpipe* dihubungkan dengan pipa pembuangan disambung dan diarahkan ke saluran pembuang.
 - c. Pada pemilihan sistem predrainage ini harus diperhatikan benar ketersediaan saluran drainase yang dapat menampung debit air yang harus dibuang per menitnya. Bila tidak tersedia saluran drainase yang cukup, akan timbul masalah baru, dalam rangka proses pengeringan (*dewatering*) dengan sistem predrainage ini. Untuk mengatasi masalah tersebut, biasanya air buangan dimasukkan kembali ke dalam tanah dengan membuat sumur-sumur resapan.
 - d. Pada titik kedudukan *wellpoint* dibor sampai kedalaman tempat bagian atas saringan *Wellpoint* terletak minimum 100 cm di bawah elevasi dasar galian (untuk tanah yang tidak seragam)
 - e. Bila dasar galian terletak pada tanah lempung (*clay*), maka bagian atas saringan berjarak kurang lebih 15 cm dari permukaan *clay*.

- f. Bila lapisan tanah terdiri dari pasir halus, maka saringan harus diletakkan sampai pada lapisan butir kasar. Hal ini untuk mencegah agar partikel halus dari tanah tidak ikut tersedot oleh pompa.
- g. Dalam hal ini instalasi pipa-pipa yang ada tidak boleh terjadi kebocoran, karena akan mengurangi efektifitas pompa yang digunakan.
- h. Bila elevasi dasar galian sangat dalam dari muka air tanah, sedang maximum suction lift hanya 5-7 meter, maka dapat dipergunakan dua cara, yaitu :
 - *Multy Stage Wellpoint system*
 - Kombinasi *deep well* dengan *single stage wellpoint*.

3. Mobilisasi dan Demobilisasi

Pelaksanaan Mobilisasi Peralatan dilaksanakan secara bertahap berdasarkan urutan dalam penggunaan peralatan yang akan dipakai dalam proses pelaksanaan pekerjaan.

Jumlah dan jenis alat yang akan dimobilisasi sesuai dengan kebutuhan saat pekerjaan dilapangan.

Alat yang digunakan untuk pekerjaan saluran pengelak sebagai berikut :

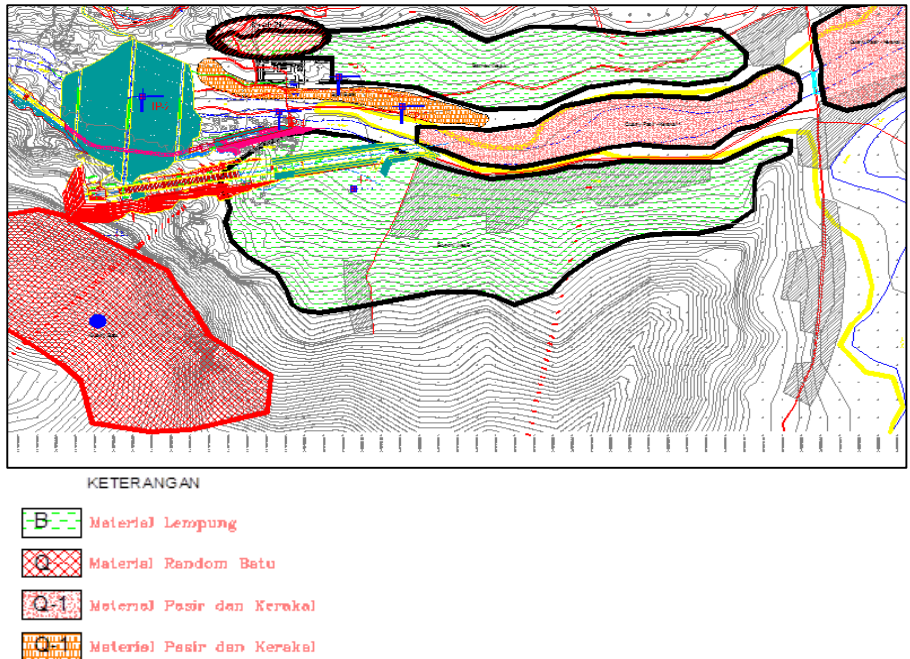
Tabel 4.1 Mobilisasi dan demobilisasi

| No | Alat Berat |
|----|----------------|
| 1 | Bulldozer |
| 2 | Concrete Pump |
| 3 | Concrete Mixer |
| 4 | Excavetor |
| 5 | Dump Truck |
| 6 | Water Tank |

4. Perencanaan Stockpile dan Spoil Bank

Stockpile terletak di hilir bendungan utama, ± 200 meter dari lokasi bendungan. Stockpile berguna sebagai tampungan sementara material (tanah) yang nantinya akan digunakan kembali.

Spoil bank digunakan sebagai tempat pembuangan material hasil pekerjaan. Spoil bank terletak berdekatan dengan spoil bank, gambar lokasi spoil bank dan stock pile dapat dilihat di gambar 4.3



Gambar 4.3 Lokasi stock pile dan spoil bank
Sumber : Indra Karya, 2012

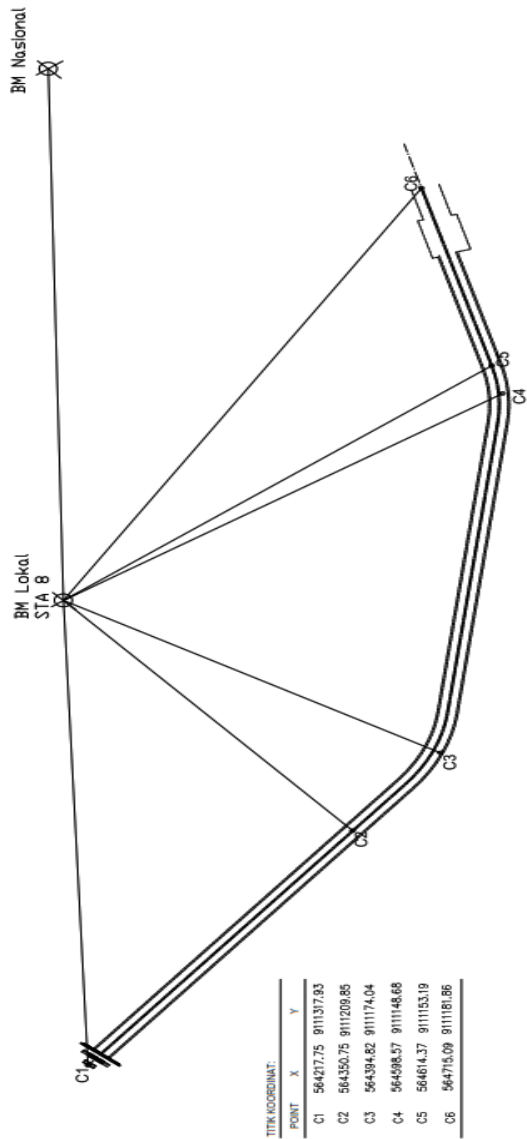
5. Jalan Kerja

Jalan kerja merupakan sarana utama yang harus disiapkan pada suatu proyek pembangunan, contoh pada proyek bendungan yang membutuhkan prasarana transportasi, material, dan alat berat. Untuk jalan kerja menuju saluran pengelak harus memenuhi syarat untuk kelancaran dan keamanan kerja, dimana perencanaan jalan ini dilakukan sebelum pekerjaan galian dan timbunan.

6. Uitzet Lapangan

Pekerjaan ini dilakukan oleh pihak surveyor dengan bantuan alat ukur yaitu total station, dimana alat tersebut digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak. Pekerjaan survey ini juga membutuhkan patok untuk menandai hasil pengukuran. Pekerjaan survey dapat dilihat pada gambar 4.4.

Pekerjaan tersebut bertujuan untuk menentukan As bangunan pengelak dimana pekerjaan awalnya dimulai dari titik BM Nasional. Berikut adalah gambar pengukuran As saluran pengelak



Gambar 4.4 sketsa survey as saluran pengelak

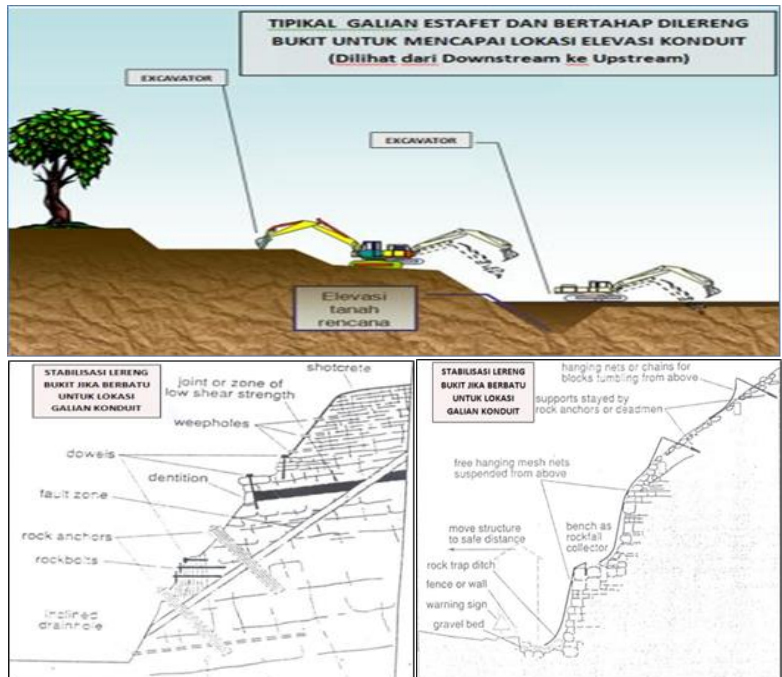
Prosedur pengukuran titik as saluran pengelak :

1. Pengukuran menggunakan alat total station dimulai dari titik BM Nasional yang letaknya ± 500 m dari hulu bendungan yang kemudian dibidik ke STA-8 yang akan di jadikan BM Lokal.
2. Pengukuran As pengelak dilakukan dari STA-8 dikarenakan letaknya yang strategis.
3. Pengukuran As pengelak menghasilkan 6 titik yang berawal dari daerah hulu inlet saluran pengelak dan berakhir pada hilir outlet saluran pengelak.
4. Pemasangan patok As saluran pengelak dan batas bangunan yang dikerjakan.
5. Patok titik tetap bangunan harus dipasang di tempat yang aman tidak terusik oleh pelaksanaan pekerjaan.
6. Patok As yang dipasang harus kokoh dan tidak mudah berubah.
7. untuk melihat hasil survey dapat dilihat pada gambar 4.4

- **Metode Pekerjaan Tanah**

Metode yang di pilih untuk pekerjaan galian tanah adalah galian terbuka (*open cut*). Pekerjaan galian terbuka ini dilakukan dari dua arah yaitu hulu dan hilir, tetapi masih dalam kondisi kering dalam artian masih disisakan penghalang tanah supaya aliran air tidak dapat masuk kedalam galian saluran, pekerjaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5. Pekerjaan

galian dilaksanakan menurut ukuran dan kedalaman yang ditunjukkan pada gambar teknis.



Gambar 4.5 Metode Penggalian Secara Estafet
Sumber : Wijaya Karya, 2014

Faktor keamanan dari kemiringan lereng *open cut* harus tetap di perhatikan, salah satunya dengan pembuatan brem minimal selebar 1 meter untuk seetiap ketinggian galian 5 meter. Pekerjaan tersebut membutuhkan alat berat berupa *excavator* sebagai penggali dan *dump truck* sebagai pengangkut material.

Dalam setiap pekerjaan galian karena situasi lapangan tempat galian akan selalu dijaga tetap kering atau dibuatkan *dewatering* atau drainase

yang memadai untuk menghindari / mengantisipasi kemungkinan keruntuhan formasi galian akibat air. Untuk mencegah terjadinya *over excavation* atau penggalian berlebihan terutama pada saluran pengelak, maka dibutuhkan sedikit tenaga manusia yang bertujuan untuk mengurangi *over excavation*.

Setelah pekerjaan galian tanah terlaksanakan setiap tinggi galian 5 meter dilakukan pembuatan berem selebar 1 meter dan pemasangan angker sedalam 3 meter.

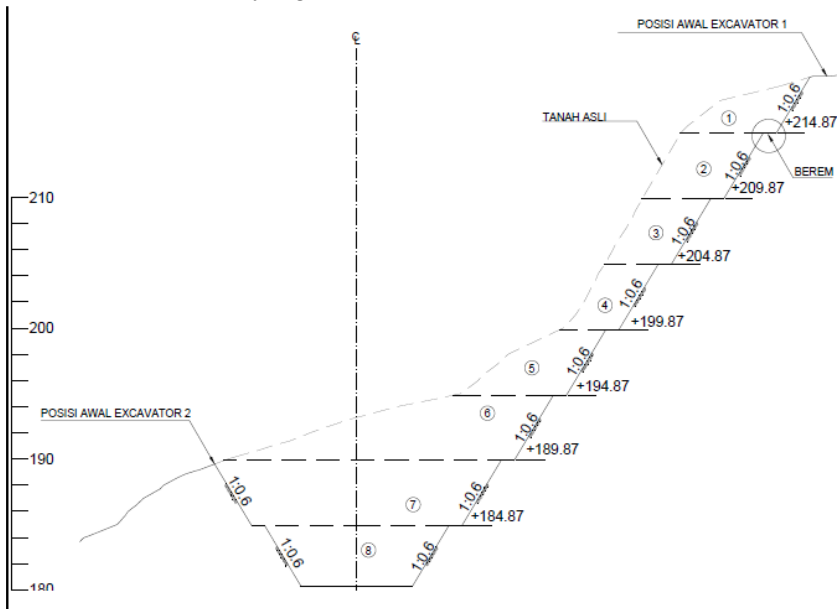
Hasil galian yang layak untuk bahan timbunan harus diangkut ke tempat penimbunan sementara (*stock pile*), lokasi timbunan sementara tersebut terletak di hilir bendungan utama, ± 200 meter dari bendungan utama dengan tinggi timbunan di perkirakan 4-5 meter. Sedangkan hasil galian yang tidak layak untuk bahan timbunan harus dibuang ke tempat pembuangan (*spoil bank*), *spoil bank* direncanakan merupakan curah yang dalam dan terletak di sebelah kiri sungai ± 200 meter.

Dengan data perencanaan teknis dapat ditentukan metode pelaksanaan yang tepat yaitu sebagai berikut :

1. Penentuan alat berat berupa *excavator* 2 unit, *dump truck* 2 unit, dan *bulldozer* 1 unit sebagai alat penggali, pengangkut material, dan penghampar pada area *stock pile/spoil bank*.
2. Penentuan area tunggu *dumptruck* berada pada belakang *excavator* kedua dan mengikuti *excavator* kedua setiap berpindah

area galian dengan posisi *dump truck* membelakangi excavator kedua.

3. Melakukan MC0 agar mendapatkan elevasi awal galian tanah asli untuk CP.21 yaitu $\pm 219,83$ serta untuk menentukan titik awal/batas galian tanah CP.21 dapat dilihat pada gambar 4.6, sedangkan detail gambar dapat dilihat pada lampiran a3 nomor gambar 9.
4. Dari data data elevasi awal galian tersebut dapat ditentukan kedalaman galian yang dibutuhkan untuk mendapatkan elevasi tanah yang telah direncanakan.



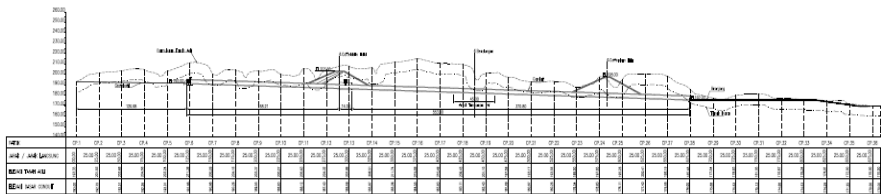
Gambar 4.6 Seketsa pekerjaan galian tanah pada area pekerjaan tanah saluran pengelak

5. Pada gambar seketsa pekerjaan galian tanah diatas pekerjaan tanah dilaksanakan dengan penggalian perlayer yang memiliki kedalaman 5 meter pada setiap layer.
6. Memulai galian dengan cara galian perlayer tanah yaitu setiap kedalaman 5 meter tegak lurus galian.
7. Setelah galian sudah mencapai 5 meter lalu dilanjutkan dengan pembentukan kemiringan lereng yang memiliki kemiringan 1:0,6.
8. Pembentukan kemiringan galian tanah dilakukan dengan cara menandai batas atas galian lalu dilanjutkan dengan pemberian profil berupa balok kayu yang digunakan sebagai patokan dalam pembentukan kemiringan.
9. Dilanjutkan dengan pemberian berem sepanjang 1 m dari batas bawah galian tanah layer 1.
10. Penggalian layer berikutnya atau layer kedua dimulai dari berem yaitu berupa galian dengan bentuk horizontal sepanjang 1m dari batas bawah layer pertama.
11. Untuk layer kedua pekerjaan penggalian tanah sama seperti penggalian pada layer pertama dan metode penggalian diatas sama dengan metode pekerjaan tanah pada layer berikutnya ataupun pada sepanjang daerah galian tanah saluran pengelak.
12. Jumlah layer pada setiap sta berbeda-beda tergantung pada gambar perencanaan tetapi

kedalaman perlayer, lebar berem, serta metode pelaksanaan pekerjaan memiliki kesamaan.

13. Pekerjaan tanah ini dikerjakan menggunakan 2 unit excavator jenis *backhoe* dan 2 unit dumptruck.
14. Untuk excavator pertama berada pada titik awal mulainya pekerjaan galian tanah yang bertugas menggali dan untuk excavator kedua berada pada bawah atau titik akhir penggalian yang bertugas memindahkan material galian dari excavator pertama dalam dump truck.
15. Jika pada saat penggalian ditemukan bolder maka dilakukan pemecahan menggunakan breaker dengan cara dipindahkan dari lokasi galian menggunakan excavator agar tidak mengganggu area galian lalu dihancurkan dengan breaker agar mudah untuk dimuat dalam dumptruck
16. Dumptruck parkir membelakangi *excavator* dengan maksud memudahkan pengangkutan material galian tanah dan mengurangi cycle time *excavator*.
17. Setelah dumptruck terisi sesuai dengan kapasitas lalu dumptruck berjalan melalui rute yang ditentukan sebelumnya untuk menghamparkan material pada area *stock pile*.
18. Hal ini dilakukan sampai galian pada poin CP1 sampai dengan CP.36 saluran pengelak terselesaikan, hal tersebut dapat dilihat pada

gambar 4.7 potongan memanjang saluran pengelak dari inlet hingga outlet saluran (untuk lebih jelas gambar dapat dilihat pada lampiran gambar a3 perencanaan tugas akhir terapan).



Gambar 4.7 Potongan memanjang saluran pengelak dan galian tanah

19. setelah dump truck menurunkan material pada stock pile/spoil bank *bulldozer* menghamparkan material tersebut agar tertata dan dapat meningkatkan pengoptimalan luas lahan.

Pada pelaksanaan pekerjaan galian tanah diketahui volume pekerjaan sebesar 208325,1 m³ (galian tanah diangkut ke stok pile), 9325,1 m³ (galian tanah dibuang ke spoil bank), 93567,9 m³ (galian batu keras diangkut ke stock pile) pekerjaan ini membutuhkan 30 minggu untuk galian tanah dan 42 minggu untuk galian batu keras (perhitungan pada lampiran).

Tabel 4.2 Durasi galian tanah setelah kenaikan produktivitas 20%

| Volume m ³ | Kapasitas Produksi | | | Durasi minggu |
|--------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------|
| | m ³ /jam | m ³ /hari | m ³ /minggu | |
| 208325.2 | 143.424 | 1147.392 | 6884.352 | 30 |

- **Metode Pekerjaan Pondasi dan Lantai Kerja**

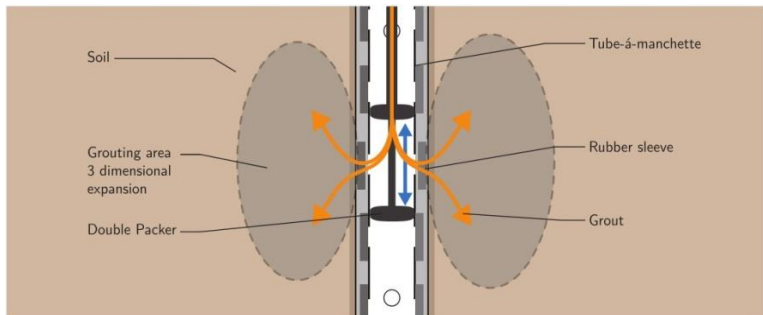
Untuk masalah pondasi pada area saluran pengelak tidak diperlukan tambahan pondasi seperti pile dan lain sebagainya. Hanya dengan melakukan perbaikan kondisi tanah dengan grouting dan melakukan pemadatan tanaha sudah cukup kuat dikarenakan jenis tanah merupakan susunan batuan breksi vulkanis yang merupakan batuan cadas.

Pada rencana as bendungan yang berada pada saluran pengelak jenis tanah adalah batuan breksi vulkanis yang memiliki rongga rongga. Pada area ini dilakukan pelaksanaan grouting sebagai langkah untuk perbaikan tanah pada area pekerjaan saluran pengelak yang terdapat as bendungan utama didalam area tersebut:

Pelaksanaan gruting dapat dilaksanakan dengan metode pelaksanaan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan pada area pekerjaan grouting yaitu pada daerah antara CP18 dan CP19.
2. Mempersiapkan material filler yaitu campuran semen dan air.
3. Pekerjaan dapat dimulai bila sudah mendapat persetujuan dari pengawas konstruksi .
4. Pekarjaan diawali dengan pengeboran tanah pada titik yang sudah ditandai patok, sedalam 15m.
5. Masukan pipa grouting kedalam tanah yang sudah dibor dan sambungkan dengan wadah yang berisi material pengisi.

6. Masukkan material pengisi dengan cara injeksi menggunakan komproser.
7. Pekerjaan grouting dihentikan ketika terjadi penurunan tekanan secara tiba lalu dilanjutkan dengan kenaikan tekanan secara perlahan pada dial pengukur tekanan.
8. Jika pada dial pengukur tekanan tidak terjadi penurunan tekanan secara tiba atau tekanan pada dial tidak mengalami kenaikan atau penurunan maka dihentikan setelah material filler telah diinjeksi mencapai volume sebesar 2000 liter.
9. Proses pelaksanaan groting dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Injeksi semen pada mrtode grouting TAM
Sumber : Gakis, 2016

Pekerjaan grouting juga dilaksanakan pada saat terdapat tanah yang memiliki garadasi kurang baik selama pelaksanaan pekerjaan saluran pengelak jadi pada pekerjaan grouting membutuhkan 45 minggu dalam pelaksanaan nya dikarenakan pada as

pengelak juga dibutuhkan pekerjaan grouting.

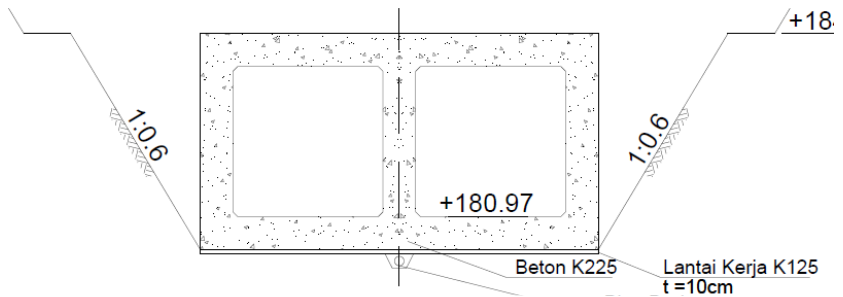
Pada lapisan atas satuan breksi vulkanis terdapat pelapukan intensif batuan tufaan yang bersifat lunak sehingga harus dibuang dan diganti dengan beton yaitu berupa lantai kerja K-125 setebal 10cm. untuk pelaksanaan pekerjaan lantai kerja dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

1. Pekerjaan lantai kerja dimulai setelah pekerjaan tanah selesai dan medapat validasi dari semua pihak (konsultan pengawas).
2. Penentuan as saluran pengelak dengan cara melakukan pengukuran menggunakan theodolit dari titik BM local yang berada pada sta 8 yang sama seperti penentuan letak saluran pengelak.
3. kemudian diberi tanda berupa patok dari kayu (semacamnya) dengan penamaan C1, C2, C3, C4, C5, dan C6 dan memiliki koordinat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Koordinat as pengelak

| Point | X | Y |
|-------|-----------|------------|
| C1 | 564217.75 | 9111317.93 |
| C2 | 564350.75 | 9111209.85 |
| C3 | 564394.82 | 9111174.04 |
| C4 | 564598.57 | 9111148.68 |
| C5 | 564614.37 | 9111153.19 |
| C6 | 564715.09 | 9111181.86 |

4. Melakukan joint inspection berupa validasi data hasil pengukuran tersebut dan harus mendapat perseteujuan dari semua pihak untuk melakukan proses selanjutnya.
5. Menarik garis ke sisi kanan dan kiri patok yang menandai as saluran pengelak masing masing sepanjang 4,25 m dan beri penanda berupa patok (bagian terluar saluran sisi kanan dan kiri) untuk patok C1, C2, C5, dan C6.
6. Untuk patok C3 tarik garis ke sisi kanan sejauh 1.03 m dan ke sisi kiri sejauh 3,47 m (hulu-hilir).
7. Untuk patok C4 tarik garis ke sisi kanan sejauh 2.62 m dan ke sisi kiri sejauh 5,88 m (hulu-hilir).
8. Lepas patok penanda as bendungan untuk pembuatan lantai kerja dengan batasan penanda patah sisi kiri dan kanan saluran atau sepanjang 545 m dengan lebar 8,5 m serta tebal 10 cm sesuai dengan koordinat pada gambar teknis dan data perencanaan. Lantai kerja dengan ketebalan 10 cm dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Letak lantai kerja

9. Pekerjaan lantai kerja dikerjakan menggunakan alat berat concrete pump dan truck mixer. Volume seluruh lantai kerja $463,25 \text{ m}^3$ dan cara pengerjaan per segmen yaitu sepanjang 15 m dengan volume $12,75 \text{ m}^3$ hal ini diperlukan alat berat dalam pengerjaan berupa satu unit concrete pump dan tiga unit truck mixer untuk mendapatkan pekerjaan yang kontinyu untuk mendapat hasil beton yang bagus.
10. Posisi truck mixer dan concrete pump saling membelakangi dan perhatikan hydraulic concrete pump agar selalu bersih dan butuh pelumas hal ini dapat dilakukan dengan manaruh timba cor pada bawah hydraulic bergerak dan selalu cek pelumas pada hydraulic tau bisa juga dengan member plastic pada bawah tampungan beton ketika pemindahan beton basah dari truck mixer pada concrete pump.
11. Pada pengoprasian selang penyalur beton harus cepat setelah beton dituang pada area pekerjaan harus dilakukan rojok

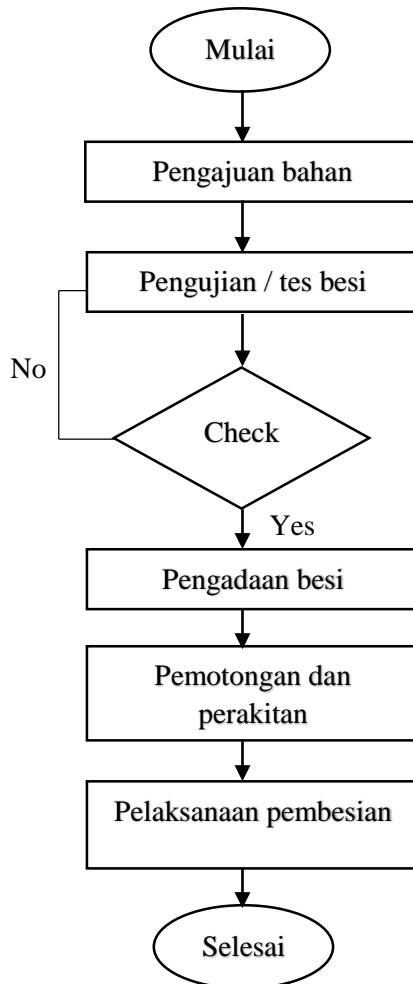
12. Sebelum dituangkan dan dimasukkan kedalam concrete pump beton basah pada truck mixer harus diambil sample berupa kubus atau silinder sebanyak 3 sample pada setiap truck mixer untuk dilakukan pengujian dan dilakukan rekap untuk menandai beton basah pada truck mixer dan dilakukan pengecoran pada area mana.
13. Pergantian truck mixer harus dilakukan dengan cepat dan beton basah pada concrete pump tidak boleh kosong. Maka dari itu posisi truck mixer selanjutnya berada pada depan truck mixer sebelumnya dengan kondisi membelakangi truck sebelumnya.
14. Setelah truck mixer pertama selesai secara bersambung langsung digantikan dengan truck mixer ke-dua dan dengan cara yang sama berlanjut truck mixer ke-3.
15. Dengan menggunakan concrete pump satu unit dengan kapasitas produksi $45 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan dengan tiga unit truck mixer dengan kapasitas $4,5 \text{ m}^3/\text{jam}$ diharapkan penyaluran beton basah dari pergantian truck mixer pada concrete pump dapat memenuhi persyaratan diatas agar pekerjaan pembetonan lantai kerja dengan volume per segmen $11,26 \text{ m}^3/\text{jam}$ dapat dilaksanakan dalam waktu 10 menit (waktu bersih pengecoran).
16. Setelah pengecoran selesai lakukan curing pada hasil pembetonan lantai kerja dengan cara penyemprotan air dengan debit yang

tidak deras setelah curing dilakukan tutup dengan kertas semen ataupun sejenisnya agar tidak terjadi hidrasi tinggi pada beton sehingga mengakibatkan retak pada beton.

Pada pekerjaan pembetonan saluran pengelak dapat diketahui volume pekerjaan pembetonan adalah 11268 m³ pekerjaan dilaksanakan selama 42 minggu. Durasi pekerjaan ditentukan dari jumlah segmen pada saluran pengelak adalah 41 segmen dan terdapat 1 bangunan lurus, dalam setiap minggunya pengecoran akan dilaksanakan pada akhir minggu sebanyak 1 segmen sehingga untuk menyelesaikan 41 segmen saluran dan 1 bangunan lurus dibutuhkan durasi pengerjaan selama 42 minggu.

- **Metode Pekerjaan Pembesian**

Dalam pekerjaan pembesian digunakan baja berulir dan diameter baja yang telah di sepakati oleh bagian direksi.



Gambar 4.10 Pekerjaan Pembesian

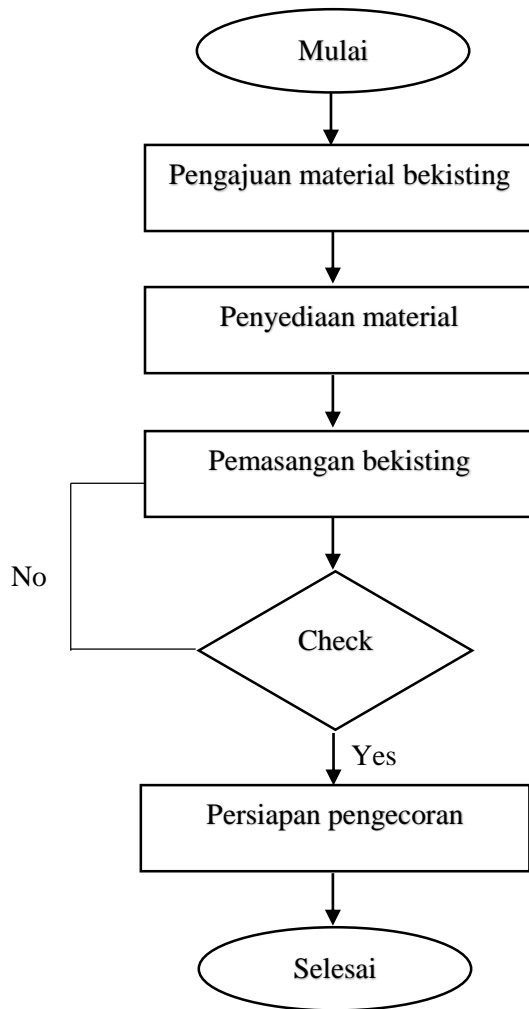
Pekerjaan pembesian dilakukan setelah pekerjaan pondasi dan lantai kerja selesai alur pekerjaan dapat dilihat pada gambar 4.10.

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Pekerjaan pembesian dilakukan setelah mendapat persetujuan dan telah dilakukan pengujian pada besi.
2. Pembesian menggunakan besi berulir dengan diameter yang telah direncanakan.
3. Pekerjaan diawali dengan pembengkokan besi sesuai perencanaan teknis.
4. Pembentukan besi sesuai dengan yang direncanakan.
5. Kemudian pemasangan besi pada bagian bawah dengan cara pada besi yang menyentuh lantai kerja berupa *decking* (kerikil berukuran ± 20 mm).

- **Metode Pekerjaan Bekisting**

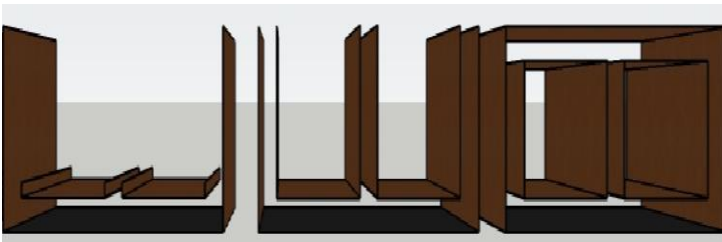
Dalam pekerjaan pemasangan bekisting dibutuhkan Jenis bahan bekisting berupa multiplek dengan tebal 12mm dan dilapisi oli dibagian dalam dimaksudkan untuk menghindari meresapnya air semen dalam beton ke dalam bekisting. Berikut *flow chart* dari pekerjaan pemasangan bekisting.



Gambar 4.11 Pekerjaan Pemasangan Bekisting

Prosedur pemasangan bekisting :

1. Penyediaan alat perlengkapan untuk pekerjaan bekisting
2. Pekerjaan ini dilakukan di lapangan sesuai dengan spesifikasi teknis.
3. Pemasangan dimulai dari penggabungan multiplek 12mm dengan balok kayu 5/5
4. Pemasangan balok kayu secara vertikal dan horizontal hingga membentuk dimensi 20x20 seperti pada 4.13.
5. Terdapat 3 tahap dalam pemasangan bekisting seperti pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Tahapan pada bekisting

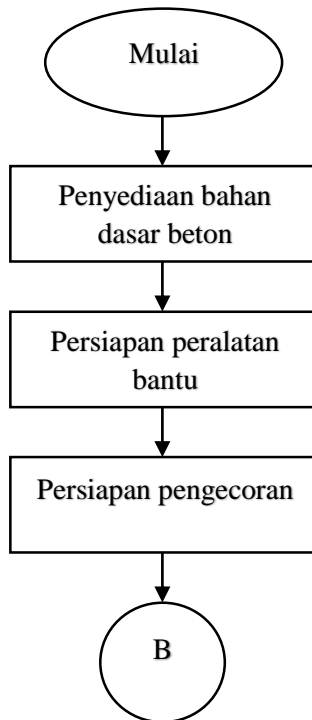


Gambar 4.13 Penggunaan balok kayu 5/5 dan multiplek 12 mm

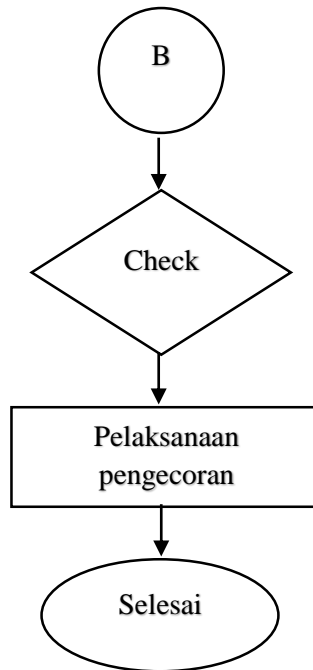
- **Metode Pekerjaan Pembetonan**

Dalam pekerjaan pembetonan mutu beton yang digunakan adalah beton K-225 termasuk lantai kerja dengan total volume 11.298,0 m³. Dengan volume tersebut dan dengan mempertimbangkan kondisi area kerja alat berat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Concrete pump dengan kapasitas produksi 45 m³/h 1 unit
- b. Truck mixer dengan kapasitas produksi 4,5 m³/h 3 unit



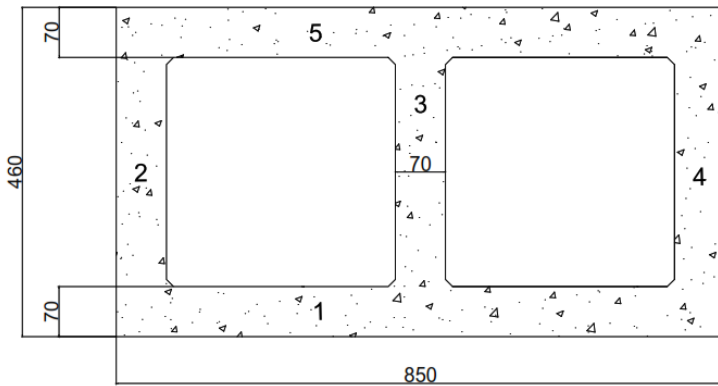
Gambar 4.14 Pekerjaan Pembetonan



Gambar 4.15 Pekerjaan Pembetonan.(lanjutan)

Pelaksanaan pembetonan pada saluran pengelak dilakukan secara bertahap. Dalam pekerjaan pembetonan mutu beton yang digunakan adalah beton K-225 (1Pc : 2Ps : 3Kr) dengan total volume 11.298,0 m³, alur pekerjaan pembetonan dapat dilihat pada gambar 4.14. pembuatan material pembetonan dikerjakan di *batching plan* yang tempatnya di bagian hilir bendungan ± 150 m dari saluran pengelak. Pekerjaan pembetonan ini dapat dilaksanakan dengan metode sebagai berikut :

1. Pekerjaan dapat dilakukan setelah pekerjaan bekisting dan pembesian telah selesai.
2. Sebelum dilaksanakan tahap pengecoran, maka dilakukannya pengecekan bekisting dalam hal struktur dan letak, penulangan yang sesuai dengan spesifikasi teknis, dan telah disetujui oleh pihak owner.
3. Pembetonan dilakukan menggunakan alat truk mixer dan concrete pump. Truk mixer bertugas untuk membawa material (*mix desain*) dari *batching plan* ke saluran pengelak, sedangkan concrete pump digunakan untuk menampung material yang kemudian akan disemprotkan melalui selang. Penggunaan concrete pump jika area pembetonan tidak dapat dilalui oleh truk mixer.
4. Pada saat pengambilan *mix desain* dibutuhkan truk mixer berjumlah 5 unit.
5. Penempatan truk mixer harus membelakangi bagian belakang concrete pump untuk menuangkan material beton.
6. Pengisian *mix desain* dilakukan secara kontinyu.
7. Proses pembetonan dilakukan bertahap, dimana pada pembetonan saluran pengelak terdapat 38 segmen dengan 5 sisi tiap segmennya. Tahap pembetonan persisi dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.16 Pembagian tahapan pembetonan

8. Proses pembetonan dimulai dari sisi 1 dimana bagian tersebut terletak pada bagian bawah dimensi saluran pengelak. Pengecoran persisi dilaksanakan dalam waktu seminggu 1x. Agar beton tersebut menjadi homogen dan kuat.
9. Pada saat pengisian beton kedalam harus didampingi dengan proses perojokan menggunakan *vibrator* berselang.
10. Perojokan dilakukan agar material beton menjadi homogen.
11. Setelah proses pengecoran terselesaikan, maka harus dilakukan proses curing.
12. Pekerjaan curing dilakukan dengan cara membasahi beton dengan menyiram air pada permukaan beton. Beton yang terkena sinar matahari ditutup menggunakan karung kosong.

13. Proses curing dilakukan setiap hari dan kondisi beton harus dalam keadaan basah permukaanya hingga beton berumur 28 hari.

Dengan volume total 11268 m³.durasi pekerjaan ditentukan dari jumlah segmen pada saluran pengelak dan penentuan jumlah truck mixer serta concrete pump. sehingga untuk menyelesaikan 38 segmen saluran dibutuhkan durasi pekerjaan selama 38 minggu karena pekerjaan persegmen harus diselesaikan dalam 1 minggu..

- **Prosedur Pengelakan Sungai**

Berikut adalah tahapan-tahapan awal pembuatan saluran pengelak hingga proses pembetonan dan *clearing* :

1. Menentukan letak as saluran pengelak, *inlet* dan *outlet* saluran pengelak dengan cara melaksanakan *join inspactions* survey tersebut dilakukan dengan pengukuran awal pada posisi saluran pengelak (MC 0).
2. Proses pembersihan lahan yang menggunakan alat berat sebagai alat bantu dan *human resources* sebagai pembantu pekerjaan kecil.
3. Melakukan penggalian saluran yang berada ditanah asli dengan mengikuti spesifikasi teknis yang telah di sepakati. Penggalian dilakukan dengan tipe penggalian terbuka, dimana saluran pengelak yang direncanakan berupa box conduit kombinasi. Pekerjaan galian dengan menggunakan alat berat dan *human resources*.
4. Apabila pada saat penggalian di temukannya batu, maka wajib untuk pengajuan usulan

galian batu (*rock excavation*), apabila telah di setujui maka dilanjutkan dengan join inspeksi. Untuk galian batu dengan peledakan harus dilakukan dengan hati-hati supaya tidak terjadi rongga yang berlebihan (*over brake*) dan kerusakan yang membahayakan struktur pondasi. Oleh karena itu sebelum diadakan peledakan harus dilakukan trial blasting (uji coba peledakan). Galian tanah biasa dan tanah batuan biasanya dilakukan dengan menggunakan Back Hoe, Excavator, *Bulldozer*. Galian batuan (*open cut*) dilaksanakan dengan ledakan menggunakan metode *low bench cut*, dengan tinggi brem kurang dari 3 meter. Hasil material galian diangkat dengan Tractor Shovel kemudian di pindahkan ke *Dump Truck* untuk di bawa ke *spoil bank* atau *stock pile*.

5. Pada rencana As Saluran Pengelak akan di lakukan pekerjaan pondasi. Perbaikan pondasi dengan grouting tirai dan blanket.
6. Bersamaan dengan pekerjaan pondasi saluran dapat dilakukan pembesian dan pemasangan bekisting untuk saluran conduit. Dengan data spesifikasi besi berulir yang telah direncanakan oleh konsultan perencanaan.
7. Setelah pekerjaan pembesian dan pemasangan bekisting maka dilanjutkan pekerjaan pembetonan dengan mutu K225. Sebelum penerapan di lapangan maka dilakukan uji mutu beton di laboratorium. Bila selesai pengujian maka dilaksanakan pembetonan di lapangan.
8. Apabila pembetonan lantai dan dinding sudah selesai, maka dilanjutkan pekerjaan pem-

betonan dinding atas, pembenahan saluran dihilir outlet, dan pemasangan bronjong.

9. Bila pembetonan telah cukup umur dan siap untuk digunakan, maka mulai dilaksanakan pengelakan sungai dengan cara membuat *cofferdam* sementara (*temporary cofferdam*).

4.2.2 Timbunan *Cofferdam*

Pekerjaan ini merupakan pekerjaan random urugan batu hasil dari galian batu saluran pengelak dan *quarry*. *Cofferdam* ini dibangun di sebelah hulu dan hilir dari bendungan dengan cara menimbun material yang telah di tentukan. Pekerjaan timbunan *cofferdam* di kerjakan mulai dari hulu dan diakhiri pada pekerjaan timbunan bagian hilir. Pekerjaan ini dilaksanakan dengan metode sebagai berikut :

1. Mempersiapkan pondasi dari urugan batu sesuai dengan spesifikasi teknis.
2. Pengambilan material dari *stock pile* dengan menggunakan *dump truck*.
3. Apabila material telah siap maka hamparkan material dengan merata dengan *bulldozer*. Penghamparan material dilakukan perlayer dengan susunan lapisan pertama batu berdiameter besar kemudian lapisan kedua batu berdiameter kecil. Perletakan tersebut bertujuan untuk mengunci tiap lapisan batu yang telah di hamparkan. Demikian berturut-turut hingga mencapai puncak *cofferdam*.
4. Pemadatan dengan vibro roller dilaksanakan dengan cara perlayer yaitu setiap 30-60cm timbunan batuan digilas sebanyak 6 kali gilasan sampai ketinggian 26 m.
5. Pada saat penggilasan perlayer dilakukan juga uji kepadatan dengan menggunakan *sandcone*

test untuk mengetahui nilai kepadatan jika memenuhi persyaratan maka dilanjutkan dengan layaer berikutnya jika tidak maka dilakukan penambahan penggilasan sebanyak 2 kali dengan menggunakan *vibro roller*.

6. Pembangunan *cofferdam* dimulai dari hulu jika selesai dilanjutkan dengan pembangunan di bagian hillir.

- **Pekerjaan Persiapan**

Pekerjaan persiapan untuk timbunan *cofferdam* adalah menyiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan lancarnya pekerjaan dimana pada pekerjaan tersebut membutuhkan berbagai alat berat dan material pilihan yang telah direncanakan. Pada pekerjaan persiapan untuk *cofferdam* dibutuhkan alat berat sebagai berikut :

Tabel 4.4 Alat Berat

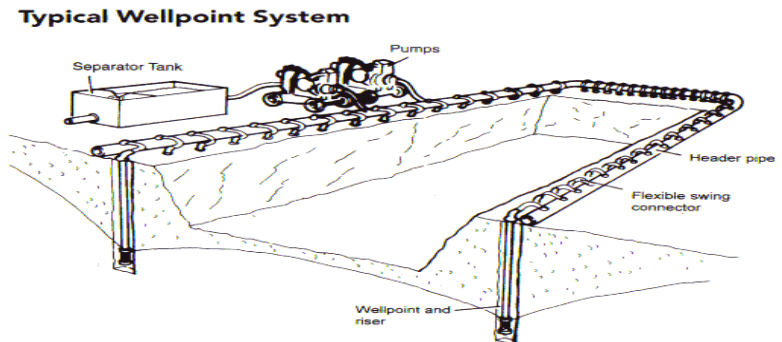
| No | Alat Berat |
|----|----------------------|
| 1 | <i>Bulldozer</i> |
| 2 | Sheep Foot Roller |
| 3 | Braker |
| 4 | Excavator (Back Hoe) |
| 5 | Dump Truck |

- ***Dewatering dan coffering***

Dewatering merupakan pekerjaan awal sebelum dilaksanakan penimbunan pada area pekerjaan *cofferdam*. Dewatering dilakukan untuk pengeringan pada area antara *cofferdam* hulu dan hilir yang terdapat genangan air yang

dapat mengganggu kelangsungan pekerjaan *cofferdam*.

Pada pekerjaan tersebut membutuhkan alat berupa pompa generator sebagai penghisap genangan air dan dibantu dengan susunan pipa sebagai alat bantu menyalurkan air. Berikut penggambaran pekerjaan dewatering yang dijelaskan pada gambar 4.16.



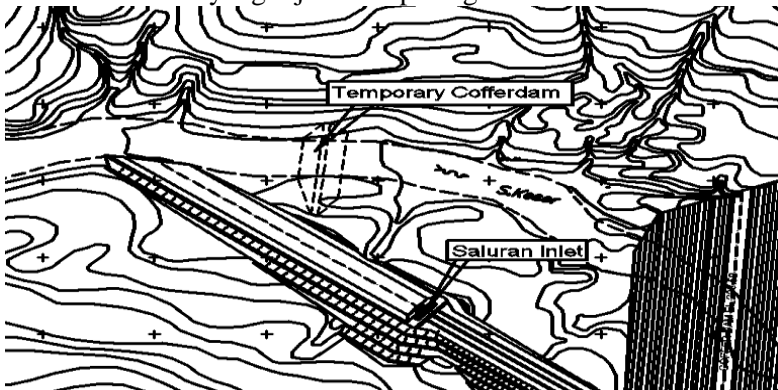
Gambar 4.17 Pekerjaan dewatering
Sumber : Pump Hire, 2003

Prosedur pekerjaan dewatering pada area pekerjaan *cofferdam* :

1. Pekerjaan *cofferdam* dilaksanakan apabila terjadi genangan pada area pekerjaan *cofferdam*.
2. Pelaksanaan pengeboran guna pembuatan titik (*well point*) untuk mengetahui berapa volume air yang akan di ambil. Ditentukan jarak antar *well poin* berkisar 4m.
3. Dibutuhkan alat berupa generator dan pipa ukuran 4'' untuk pengambilan genangan air.

4. Genangan air akan buang ke daerah yang tidak ada pekerjaan atau dapat di buang ke sungai terdekat dengan menggunakan water tank.

Coffering dilakukan untuk menahan dan mengelakan air pada area pekerjaan *cofferdam*. Coffering terletak pada bagian hulu *cofferdam*. Jenis coffering yaitu *temporary cofferdam*. Berikut gambar lokasi *temporary cofferdam* yang dijelaskan pada gambar 4.17.



Gambar 4.18 Letak coffer zak pasir pada bagian hulu
Sumber : Indra Karya, 2012

- **Metode Pekerjaan Tanah**

Pekerjaan ini dibagi menjadi galian tanah, galian batu keras, timbunan batu, dan timbunan batu rip-rap. Berikut penjelasan pekerjaan tanah:

1. Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah dilakukan pada hulu dan hilir bendungan yang akan dilakukan pekerjaan penimbunan *cofferdam*. Pekerjaan galian tanah membutuhkan tenaga alat berat yaitu *backhoe* untuk menggali, *bulldozer* untuk menghampar pada

stockpile/spoilbank, dan *dump truck* untuk mengangkut. Pada pekerjaan ini diketahui data volume galian tanah 58.746.5 m³. Pada pelaksanaan pekerjaan tanah dilakukan dengan metode pelaksanaan sebagai berikut.

- a. Melakukan pengukuran lapangan kondisi awal sebelum penggalian/MC0 untuk mendapat elevasi tanah awal sebelum galian dan menentukan kedalaman galian yang dibutuhkan untuk mencapai elevasi yang diinginkan seperti pada gambar.
 - b. Melakukan penggalian menggunakan 2 unit excavator yang dapat berkerja berdampingan.
 - c. Material hasil galian akan diangkut menggunakan truck dengan posisi dumptruck membelakangi excavator.
 - d. Pengangkutan material bersifat kontinyu dengan maksud pada saat dumptruck pertama mengisi material dan mengangkut ke area *stockpile/spoilbank* maka dumptruck kedua langsung melakukan pengisian material hasila galian.
2. Galian Batu Keras

Pada pekerjaan galian batuan diketahui volume pekerjaan sebesar 103116 m³. Pekerjaan galian batuan membutuhkan alat berupa braker sebagai penghancur batuan, back hoe sebagai penggali, dan dump truck untuk mengangkut hasil galian batuan. Pada pekerjaan galian batuan dilakukan metode pelaksanaan sebagai berikut :

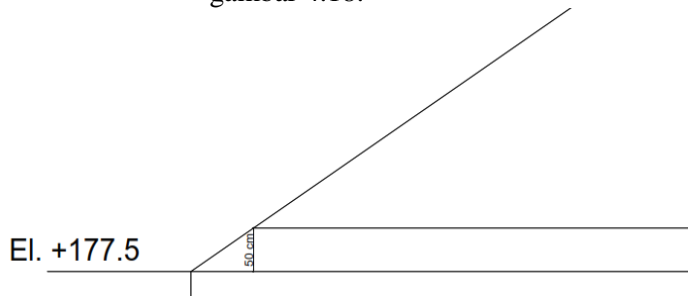
- a. Pekerjaan galian batuan dikerjakan beriringan dengan galian tanah.

- b. Pekerjaan galian batuan dilaksanakan menggunakan 1 unit braker, pekerjaan tersebut dilaksanakan bila menemukan batuan keras yang sulit dipecahkan.
 - c. Peangkutan material bersifat kontinyu yang sama dengan pekerjaan galian tanah.
 - d. Hasil galian ini diletakan ke stock pile yang nantinya akan digunakan kembali untuk timbunan.
3. Timbunan Batu

Pada pekerjaan timbunan batuan diketahui volume pekerjaan sebesar 178022 m³. Pekerjaan timbunan batuan dibutuhkan alat berat berupa *bulldozer* untuk meratakan, dan vibro roller untuk memadatkan. Pada pekerjaan timbunan batuan dilakukan metode pelaksanaan sebagai berikut :

- a. Pekerjaan timbunan dilakukan dengan cara penghamparan material berdiameter besar kemudian ditimbun kembali dengan material berdiameter kecil. Timbunan berdiameter kecil bertujuan untuk menutupi rongga-rongga yang kosong.
- b. Material timbunan diambil dari stockpile dan juga dapat diambil dari quarry.
- c. Pekerjaan timbunan memutuhkan alat berat berupa 2 unit *backhoe* dan 1 unit vibro roller.
- d. Timbunan dilaksanakan secara bertahap yang kemudian dilaksanakan pemadatan menggunakan *vibro roller*.
- e. Pada ketinggian tiap 50 cm dilakukan pemadatan menggunakan *vibro roller*. Berikut contoh gambar ketinggian tiap

50cm dari elevasi dasar cofferdam pada gambar 4.18.



Gambar 4.19 Sketsa ketebalan pemadatan

- f. Pemadatan dilakukan dengan cara menyemprotkan air terhadap material kemudian dipadatkan oleh vibro roller kemudian dilakukan 6x lintasan untuk pemadatan.
 - g. Pengecekan pemadatan menggunakan tes sandcone dimana hasil dari tes tersebut menunjukkan perbandingan γ_{dry} dan kebutuhan air (w).
 - h. Setelah dilakukan tes sandcone akan dilaksanakan tes uji proktor pada laboratorium untuk mengetahui derajat kepadatan. Apabila pemadatan kurang maksimal akan ditambah jumlah lintasan.
 - i. Pekerjaan tersebut dilaksanakan sampai dengan tinggi elevasi rencana timbunan cofferdam.
4. Timbunan Batu Rip-rap
- Timbunan batu rip-rap merupakan pekerjaan finishing pada timbunan cofferdam. Material dari timbunan tersebut dapat diambil di quarry atau lokasi lain yang bergradasi baik.

Pekerjaan timbunan rip-rap dilakukan apabila lapisan bawah telah padat dan terikat. Timbunan rip-rap dilakukan dengan metode pelaksanaan sebagai berikut:

1. Pekerjaan timbunan dilakukan apabila pemadatan telah selesai dan telah terikatnya antar material pada lapisan bawah cofferdam.
2. Material yang dipilih adalah material yang bergradasi baik dengan ukuran partikel lebih dari 50 cm dan tidak lebih dari 100 cm.
3. Material diambil menggunakan dump truk yang kemudian dilanjutkan penghamparan batuan dengan menggunakan *backhoe*.
4. Timbunan rip-rap ini akan menjadi kaki bendungan utama besertan cofferdam

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari semua item pekerjaan yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Mengetahui dan memahami metode tiap item pekerjaan (pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi dan lantai kerja, pekerjaan pembesian, pekerjaan pembetonan, dan timbunan *cofferdam*).
2. Mendapatkan jumlah kebutuhan alat berat yaitu 3 excavator (back hoe), 2 *bulldozer*, 5 dump truck, 2 vibro roller, 1 concrete pump, 5 truck mixer. Serta mendapatkan jadwal komulatif pelaksanaan pekerjaan yang efisien dengan memperhitungkan faktor produktifitas alat berat serta kondisi area pekerjaan pada pelaksanaan pekerjaan saluran pengelak dan *cofferdam* yang berkisar 1.8 tahun yang dimulai dari awal januari 2014 hingga agustus 2015.
3. Mendapatkan solusi dalam penyelesaian masalah yang terjadi saat pekerjaan berlangsung seperti permasalahan genangan air pada area pekerjaan pembetonan saluran pengelak akibat buangan air yang diperoleh dari drainase shortcrete yang dapat terselesaikan dengan pemilihan metode dewatering sebagai penanggulangan masalah yang terjadi.

5.2 Saran

Dengan dilaksanakannya pembangunan saluran pengelak dan timbunan *cofferdam*, penulis mempunyai saran antara lain :

1. Lebih mengutamakan pekerjaan yang membutuhkan alatberat dikarenakan lebih efisien dalam hal pekerjaan dan lebih efektif dari segi waktu.
2. Pekerjaan dewatering dilaksanakan sesudah hujan untuk menghemat waktu pekerjaan
3. Penyusunan jadwal pekerjaan diharap meninjau kebutuhan unit alat berat agar meminimalisir adanya idle pada penggunaan alat berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Indra Karya. 2012. **Sepesifikasi Teknik, Buku 2 Kontrak Bendungan Tugu kab. Trenggalek**. Surabaya: PRPU BBWS Brantas
- Sosrodarsono, Suyono., Takeda Kensaku. 1981. **Bendungan Type Urugan**. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Menteri Pekerjaan Umum. 2013. **Pedoman Analisis Harga Satuan Bidang**. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013. Jakarta
- Fadhiel, Muhammad. 2013. **Metode dan Pekerjaan Dewatering**. Diunduh 22 Juni 2017
<<http://fadhielbarca.blogspot.co.id/2013/10metode-dewatering.html>>
- Gakis, Angelos. 2016. **Tunnel Deformations Caused Compensation Grouting at Crossrail Fearingdon Station**. Diunduh 19 Juli 2017
<<http://learninglegacy.crossrail.co.uk/document/tunnel-deformation-caused-compansation-grouting-crossrail-fearingdon-station/>>
- Wijaya Karya. 2013. **Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Bendungan Tugu Kabupaten Ternggalek**. Surabaya: PRPU BBWS Brantas
- Pump Hire. 2003. **Dewatering Solutions**. Diunduh 19 Juli 2017
<<http://www.pumphire.co.nz/dewatering.html>>

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Tabel Jadwal Pekerjaan

[illegible]

LAMPIRAN 2

Produktivitas Alat Berat Galian Tanah

| | | | | | |
|---|---|----|----------|----------|----------------|
| 1 | back hoe | | | | |
| | kapasitas bucket | V | 0.6 | m3 | |
| | faktor bucket | Fb | 1.2 | | mudah |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.83 | | sedang |
| | faktor konversi galian | Fv | 1 | | < 40% normal |
| | waktu siklus | Ts | 0.3 | menit | |
| | kapasitas produksi per jam = $(V \times Fb \times Fa \times 60) / (Ts \times Fv)$ | Q | 119.52 | m3/jam | |
| | koefisiensi alat/m3 = $1/Q$ | | 0.008367 | jam | |
| 2 | Dump Truk | | | | |
| | kapasitas bak | V | 10 | m3 | |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.83 | | baik |
| | berat isi agregat (lepas, gembur) | D | 1.151 | T/m3 | pasir urug max |
| | kecepatan rata-rata bermuatan | V1 | 10000 | m/jam | |
| | kecepatan rata-rata kosong | V2 | 20000 | m/jam | |
| | waktu tempuh isi = $(L/V1) \times 60$ | T1 | 1.2 | menit | |
| | waktu tempuh kosong = $(L/V2) \times 60$ | T2 | 0.6 | menit | |
| | waktu muat = $(V \times 60) / (D \times Q_{ecv})$ | T3 | 4.361495 | menit | |
| | Fix time | T4 | 1 | menit | |
| | total waktu siklus = $T1 + T2 + T3 + T4$ | Ts | 7.161495 | menit | |
| | kapasitas produksi per jam = $(V \times Fa \times 60) / (D \times Ts)$ | Q | 60.41577 | m3/jam | |
| | koefisiensi alat/m3 = $1/Q$ | | 0.016552 | | |
| 3 | Bulldozer | | | | |
| | jarak gusur | D | 20 | m | |
| | lebar blade | Lb | 3 | m | |
| | tinggi blade | Tb | 0.9 | m | |
| | faktor blade | Fb | 0.65 | | agak sulit |
| | faktor kemiringan blade (1=datar, 1.2=turun, 0.7=naik) | Fm | 0.7 | | naik |
| | kecepatan maju | F | 2500 | m/jam | |
| | kecepatan mundur | R | 3500 | m/jam | |
| | waktu ganti persneling / Fix time | Z | 0.1 | menit | |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.75 | | sedang |
| | lebar overlap | Lo | 0.3 | m | PerMen |
| | jumlah lajur lintasan | n | 3 | lajur | PerMen |
| | jumlah lintasan pengupasan | N | 1 | lintasan | PerMen |
| | kapasitas per siklus = $Lb \times Tb^2$ | q | 2.84 | m3 | |
| | waktu gusur = $(D \times 60) / F$ | Tg | 0.48 | menit | |
| | waktu kembali = $(D \times 60) / R$ | Tk | 0.342857 | menit | |
| | waktu siklus = $Tg + Tk + Z$ | Ts | 0.922857 | menit | |
| | produksi perataan tanah | Q2 | 1242.446 | m3/jam | 3439.8 |
| | | | | | 2.768571429 |
| | koefisiensi alat/m3 = $1/Q2$ | | 0.000805 | | |

LAMPIRAN 3

Produktivitas Alat Berat Galian Batu Keras

| | | | | | |
|----|---|----|----------|----------|----------------|
| 1 | Excavator + BREAKER | | | | |
| 1a | Excavator | | | | |
| | kapasitas bucket | V | 0.9 | m3 | |
| | faktor bucket | Fb | 1.15 | | mudah |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.75 | | sedang |
| | faktor konversi galian | Fv | 0.9 | | < 40% normal |
| | waktu siklus | Ts | 0.375 | menit | |
| | kapasitas produksi per jam = $(V \times Fb \times Fa \times 60) / (Ts \times Fv)$ | Q1 | 138 | m3/jam | |
| 1b | BREAKER | | | | |
| | lebar penghancuran | b | 1.5 | m/menit | |
| | tebal lapisan beton | t | 0.25 | m | |
| | kecepatan rata-rata | V | 1.5 | m/menit | |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.75 | | sedang |
| | produksi penghancuran = $V \times b \times t \times Fa \times 60$ | Q2 | 75.9375 | m3/jam | |
| 1c | produktivitas excavator + breaker = $(Q1 \times Q2) / (Q1 + Q2)$ | Q | 48.98335 | m3/jam | |
| | koefisien alat/m3 = $1/Q$ | | 0.020415 | | |
| 2 | Bulldozer | | | | |
| | jarak gusur | D | 20 | m | |
| | lebar blade | Lb | 4.365 | m | |
| | tinggi blade | Tb | 1.5 | m | |
| | faktor blade | Fb | 0.65 | | agak sulit |
| | faktor kemiringan blade (1=datar, 1.2=turun, 0.7=naik) | Fm | 0.7 | | naik |
| | kecepatan maju | F | 2400 | m/jam | |
| | kecepatan mundur | R | 3500 | m/jam | |
| | waktu ganti persneling / Fix time | Z | 0.1 | menit | |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.75 | | sedang |
| | lebar overlap | Lo | 0.3 | m | PerMen |
| | jumlah lajur lintasan | n | 3 | lajur | PerMen |
| | jumlah lintasan pengupasan | N | 1 | lintasan | PerMen |
| | kapasitas per siklus = $Lb \times Tb^2$ | q | 9.82125 | m3 | |
| | waktu gusur = $(D \times 60) / F$ | Tg | 0.5 | menit | |
| | waktu kembali = $(D \times 60) / R$ | Tk | 0.342857 | menit | |
| | waktu siklus = $Tg + Tk + Z$ | Ts | 0.942857 | menit | |
| | produksi perataan tanah galian | Q2 | 1808.935 | m3/jam | 5116.7025 |
| | | | | | 2.828571429 |
| | koefisiensi alat/m3 = $1/Q2$ | | 0.000553 | | |
| 3 | Back Hoe | | | | |
| | kapasitas bucket | V | 0.9 | m3 | |
| | faktor bucket | Fb | 1.15 | | mudah |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.75 | | sedang |
| | faktor konversi galian | Fv | 0.9 | | < 40% normal |
| | waktu siklus | Ts | 0.375 | menit | |
| | kapasitas produksi per jam = $(V \times Fb \times Fa \times 60) / (Ts \times Fv)$ | Q | 138 | m3/jam | |
| | koefisiensi alat/m3 = $1/Q$ | | 0.007246 | jam | |
| 4 | Dump Truck | | | | |
| | kapasitas bak | V | 20 | m3 | |
| | faktor efisiensi alat | Fa | 0.8 | | sedang |
| | berat isi agregat (lepas, gembur) | D | 1.151 | T/m3 | pasir urug max |
| | kecepatan rata-rata bermuatan | V1 | 30000 | m/jam | |
| | kecepatan rata-rata kosong | V2 | 50000 | m/jam | |
| | waktu tempuh isi = $(L/V1) \times 60$ | T1 | 0.4 | menit | |
| | waktu tempuh kosong = $(L/V2) \times 60$ | T2 | 0.24 | menit | |
| | waktu muat = $(V \times 60) / (D \times Q_{ecv})$ | T3 | 7.554867 | menit | |
| | Fix time | T4 | 1 | menit | |
| | total waktu siklus = $T1 + T2 + T3 + T4$ | Ts | 9.194867 | menit | |
| | kapasitas produksi per jam = $(V \times Fa \times 60) / (D \times Ts)$ | Q | 90.70901 | m3/jam | |
| | koefisiensi alat/m3 = $1/Q$ | | 0.011024 | | |

GAMBAR PERENCANAAN TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK DAN TIMBUNAN *COFFERDAM* BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK, JAWA TIMUR

ARIEF YUHDO WICAKSONO
NRP. 3114 030 092

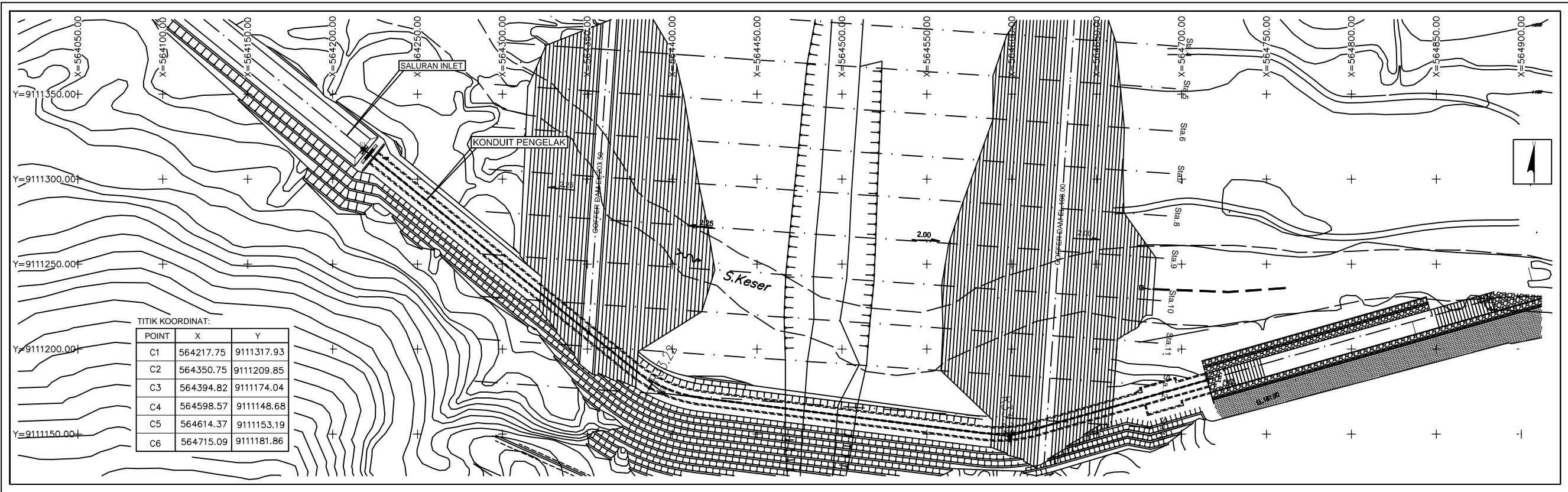
NANDA ADITYA FIRDAUS MAYANG
NRP. 3114 030 109

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 19600517 198903 1 002
Siti Kamila Aziz, ST., MT.
NIP. 19771231 200604 2 001

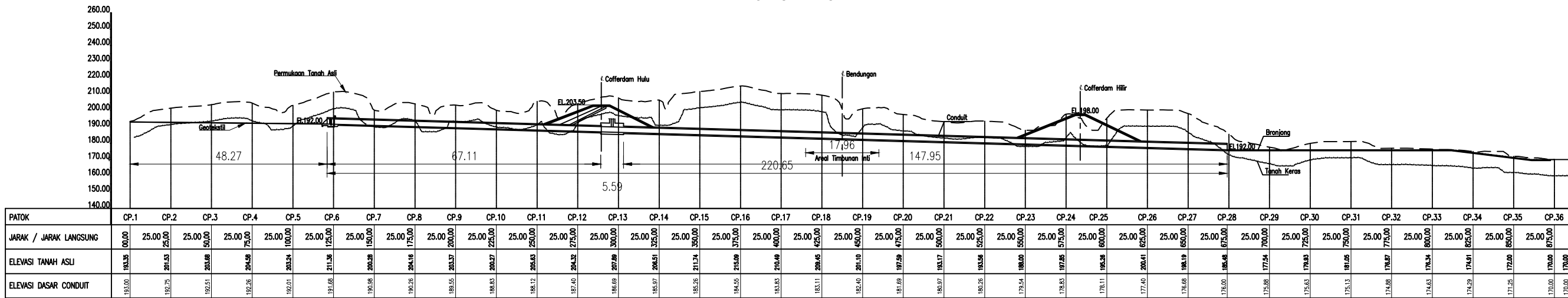
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| LAYOUT DAN POTONGAN MEMANJANG SALURAN PENGELAK..... | 1 |
| POTONGAN MELINTANG CP.1-CP.3 | 2 |
| POTONGAN MELINTANG CP.4-CP.6 | 3 |
| POTONGAN MELINTANG CP.7-CP.9 | 4 |
| POTONGAN MELINTANG CP.10-CP.11 | 5 |
| POTONGAN MELINTANG CP.12-CP.13 | 6 |
| POTONGAN MELINTANG CP.14-CP.15 | 7 |
| POTONGAN MELINTANG CP.16-CP.18 | 8 |
| POTONGAN MELINTANG CP.19-CP.21 | 9 |
| POTONGAN MELINTANG CP.22-CP.23 | 10 |
| DETAIL PENULANGAN TIPE A DAN TIPE B | 11 |
| DETAIL PENULANGAN TIPE C DAN TIPE D | 12 |
| LAYOUT DAN POTONGAN MEMANJANG COFFERDAM | 13 |
| POTONGAN MEMANJANG COFFERDAM HULU El. 203.50..... | 14 |
| POTONGAN MELINTANG STA+50 | 15 |
| POTONGAN MELINTANG STA+100 | 16 |
| POTONGAN MELINTANG STA+150 | 17 |
| POTONGAN MEMANJANG COFFERDAM HILIR El. 198.00 | 18 |
| POTONGAN MELINTANG STA+50 | 19 |
| POTONGAN MELINTANG STA+100 | 20 |
| POTONGAN MELINTANG STA+150 | 21 |
| POTONGAN MELINTANG STA+200 | 22 |
| POTONGAN MELINTANG STA+250 | 23 |



DENAH KONDUIT PENGELAK



PROFIL POTONGAN MEMANJANG KONDUIT PENGELAK

1. Tidak boleh ada sambungan konstruksi pada Konduit di bawah timbunan inti Bendungan



JUDUL TUGAS AKHIR
METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR
LAYOUT DAN POTONGAN
MEMANJANG SALURAN
PENGELAK

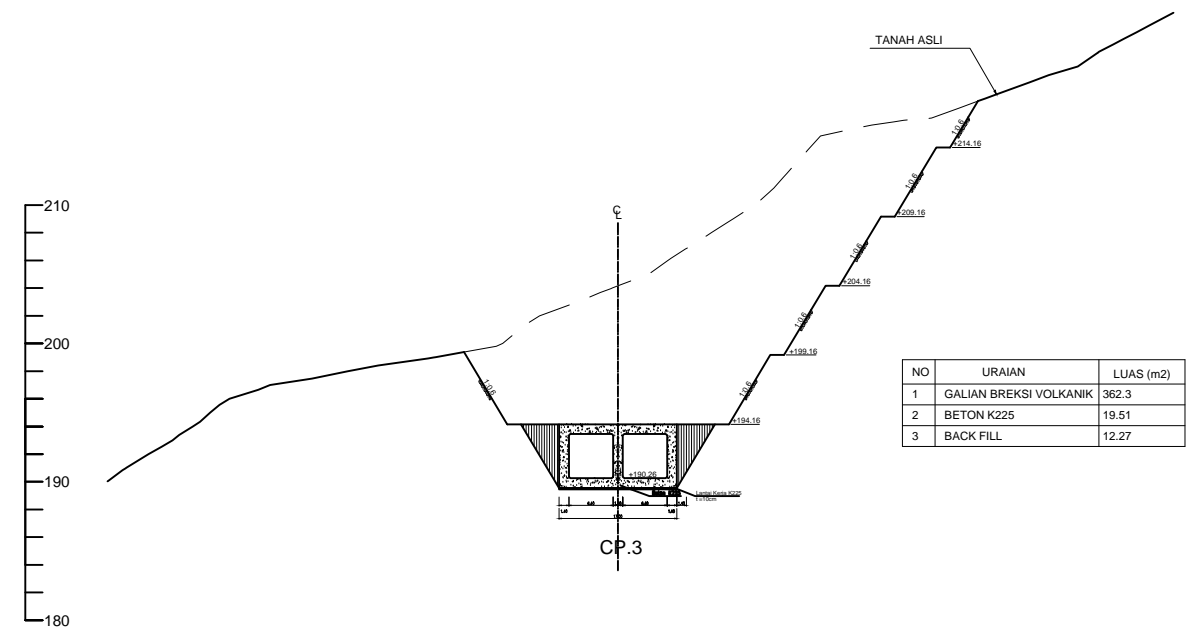
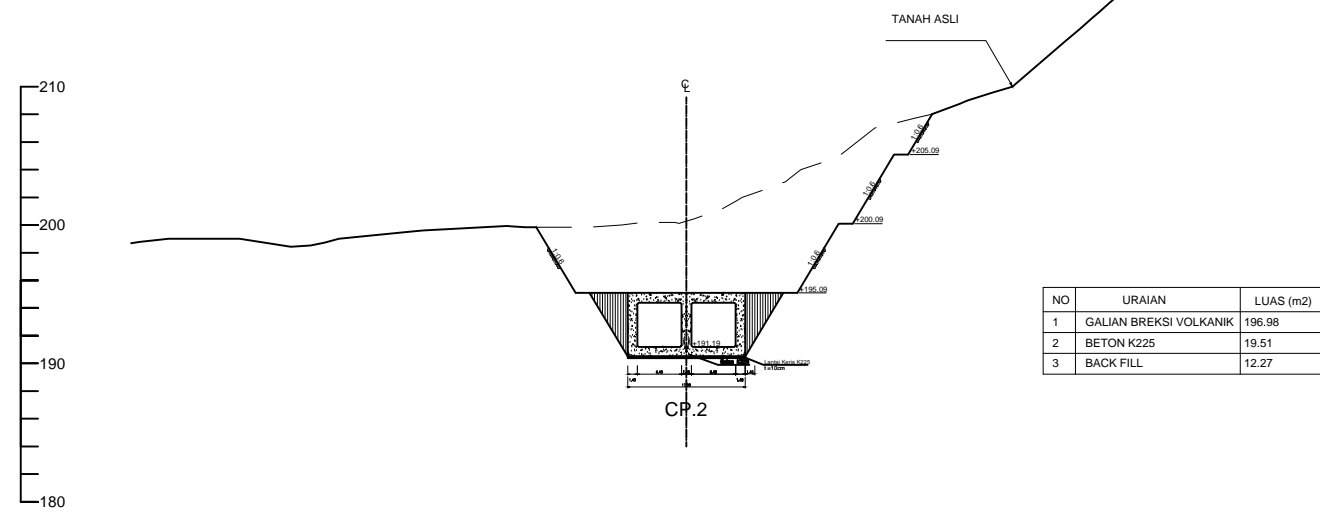
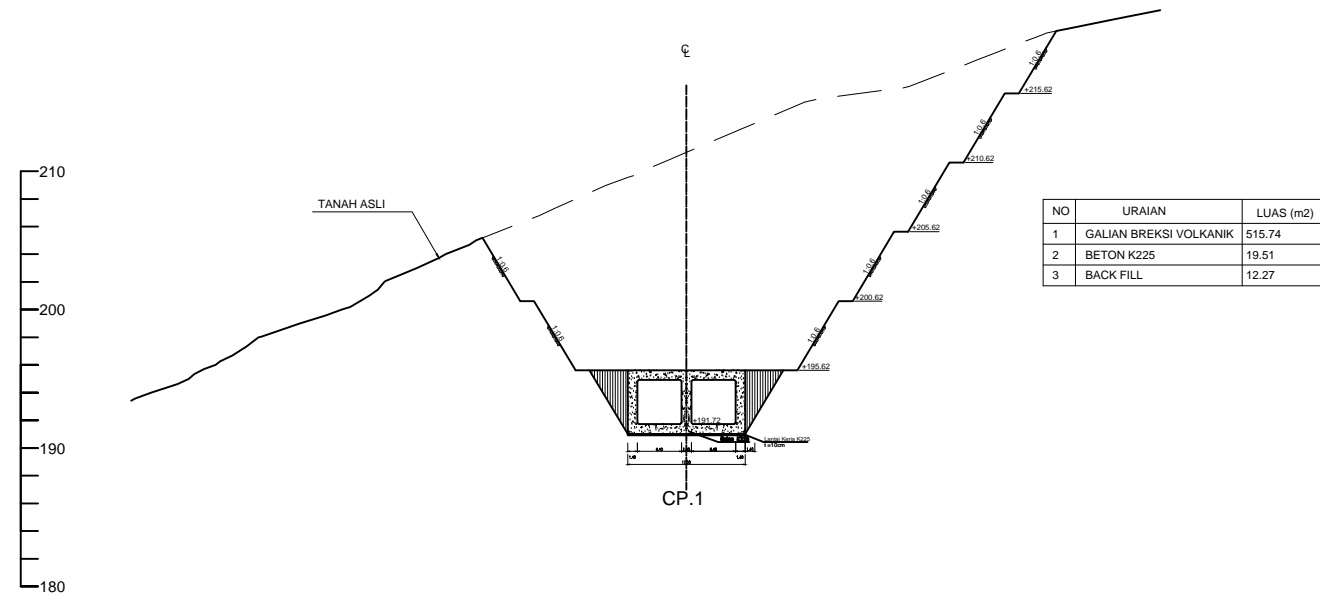
MAHASISWA I
Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II
Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA
1 : 400
NO GAMBAR
1



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

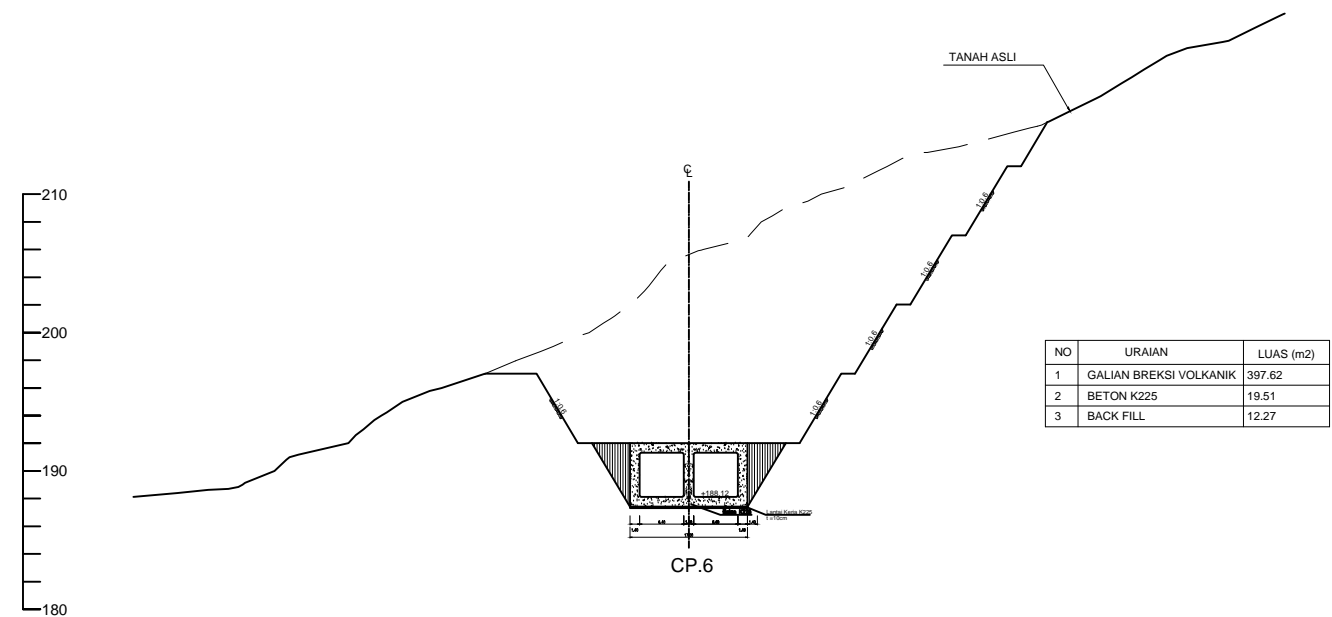
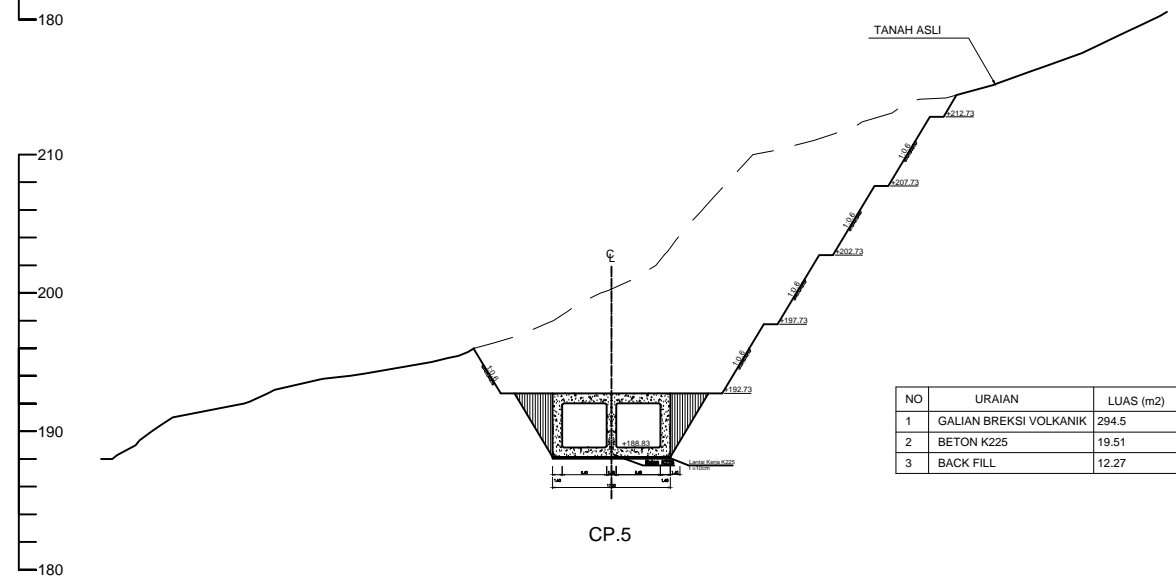
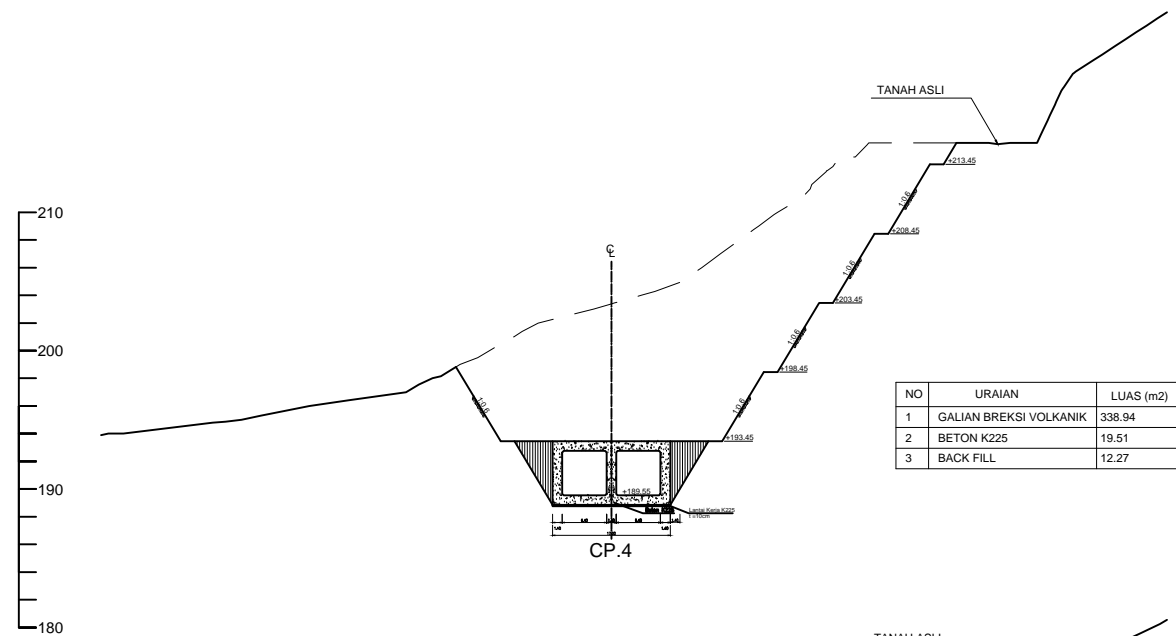
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

2



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

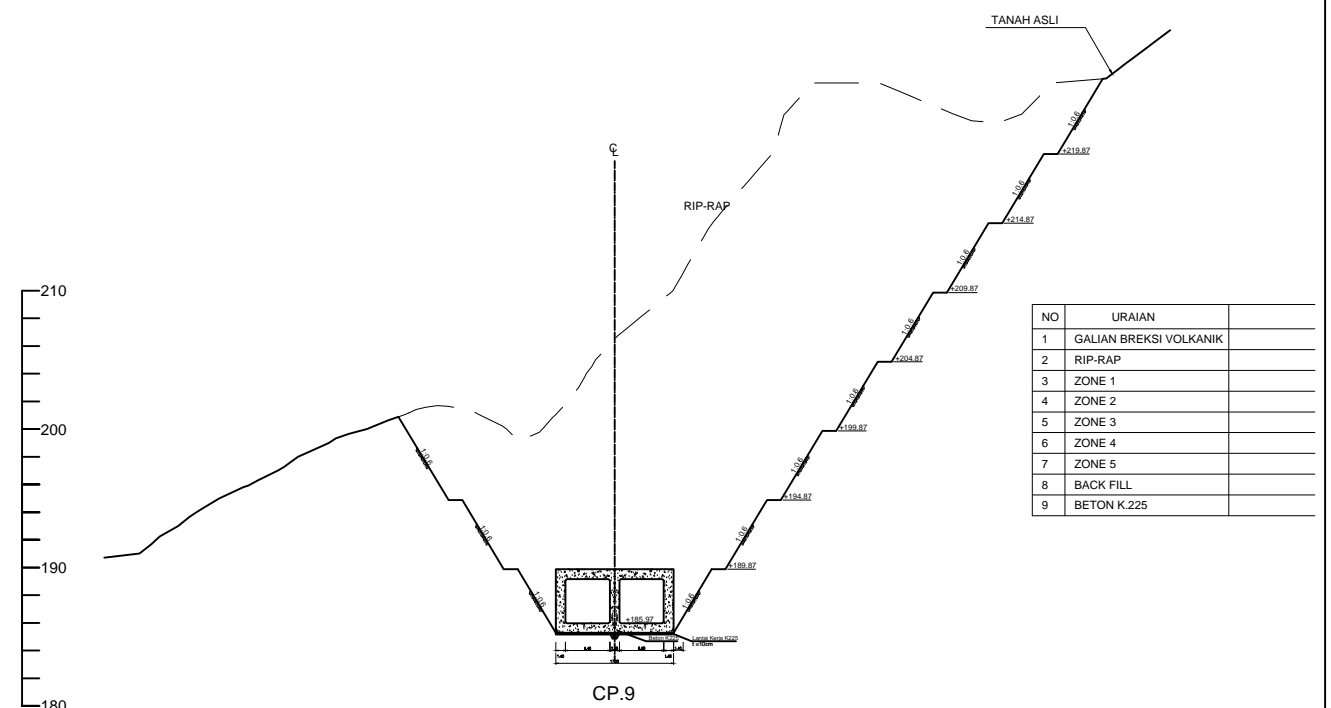
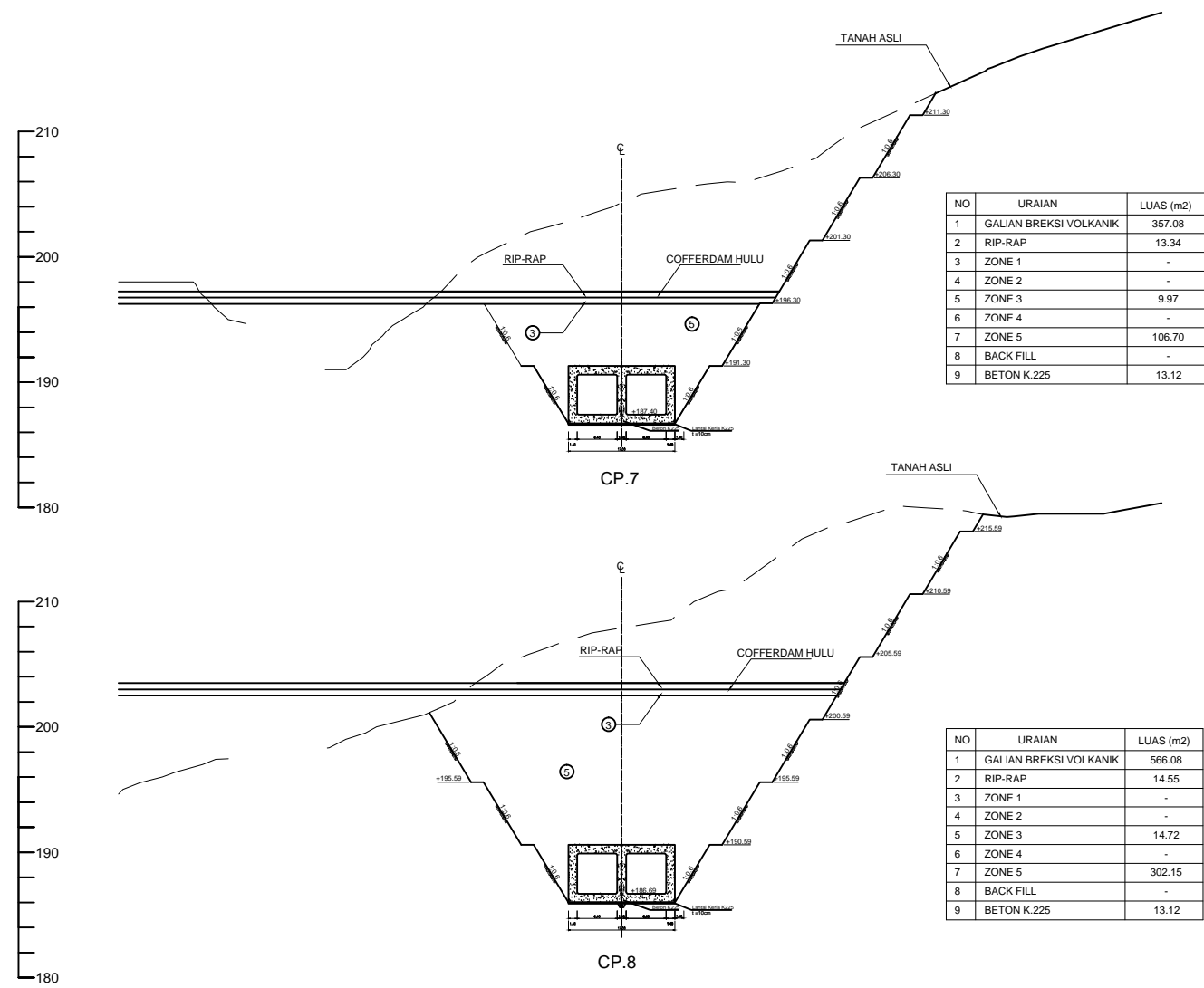
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

3



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

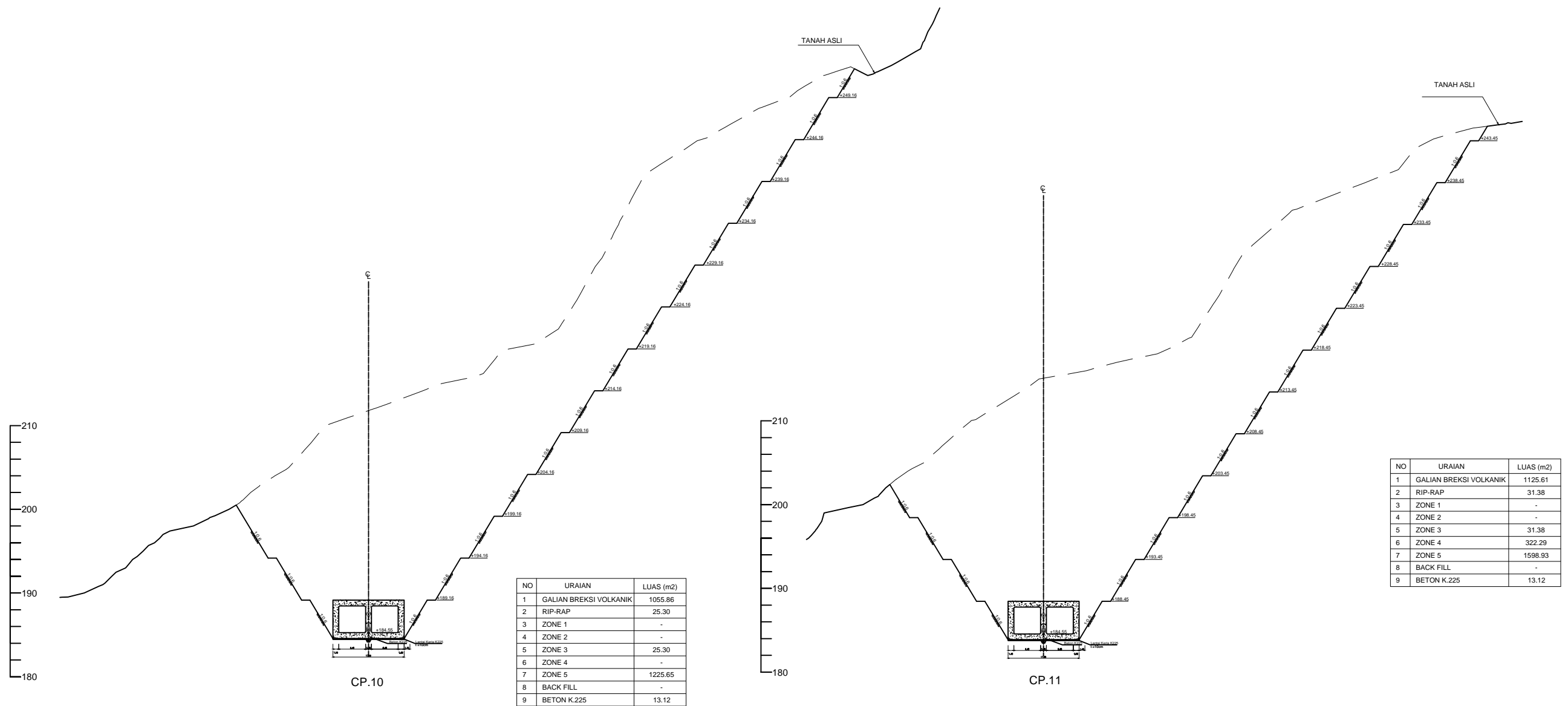
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

4



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

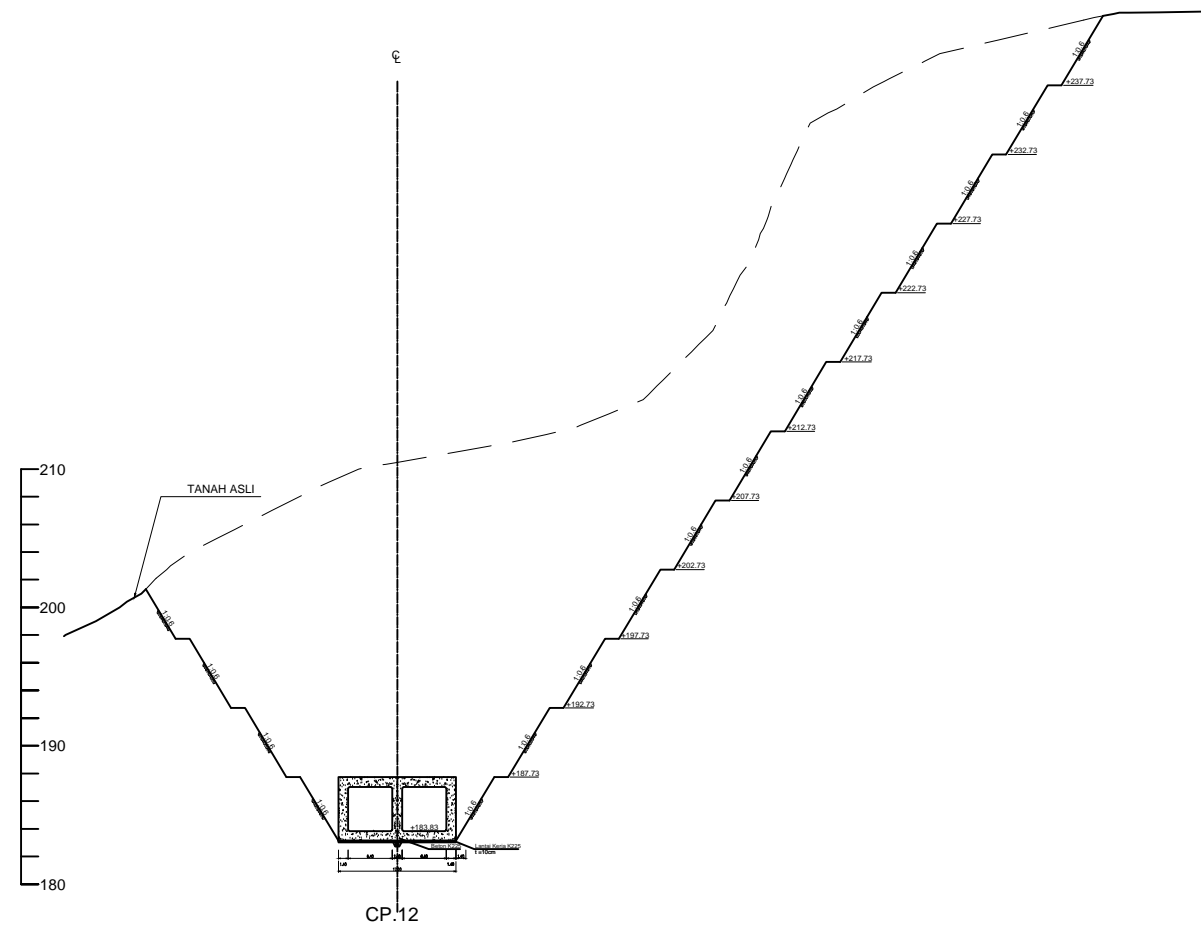
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

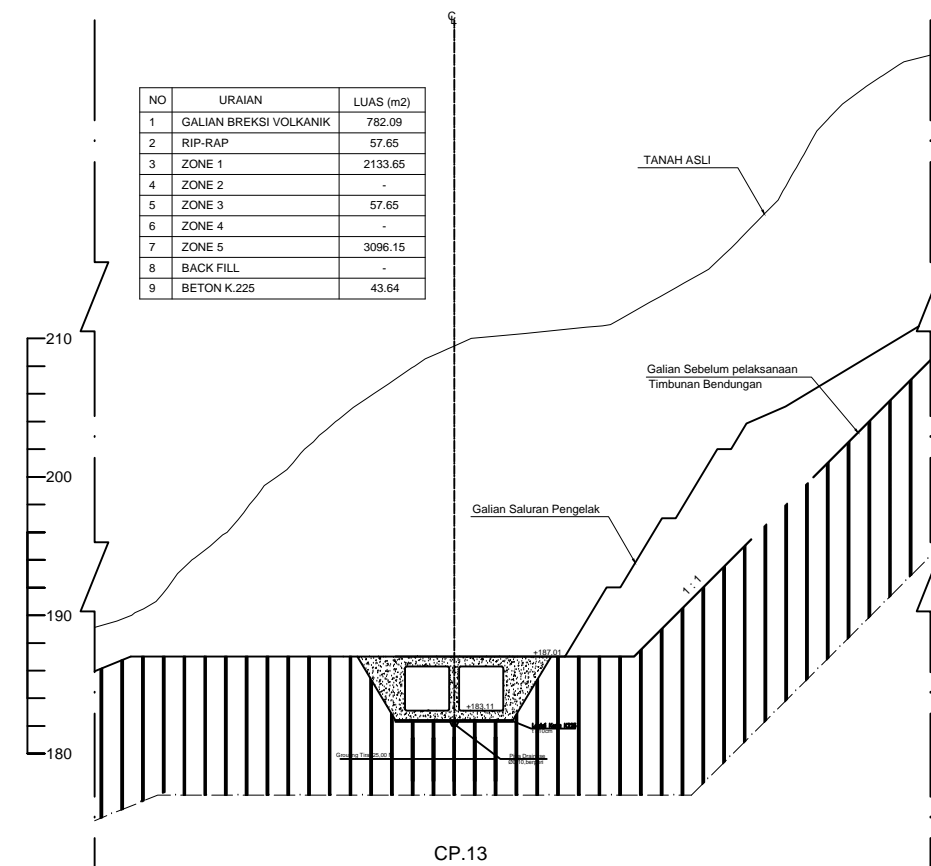
1 : 50

NO GAMBAR

5



| NO | URAIAN | LUAS (m2) |
|----|------------------------|-----------|
| 1 | GALIAN BREKSI VOLKANIK | 974.83 |
| 2 | RIP-RAP | 42.76 |
| 3 | ZONE 1 | - |
| 4 | ZONE 2 | - |
| 5 | ZONE 3 | 42.76 |
| 6 | ZONE 4 | 713.07 |
| 7 | ZONE 5 | 1996.67 |
| 8 | BACK FILL | - |
| 9 | BETON K.225 | 13.12 |



| NO | URAIAN | LUAS (m2) |
|----|------------------------|-----------|
| 1 | GALIAN BREKSI VOLKANIK | 782.09 |
| 2 | RIP-RAP | 57.65 |
| 3 | ZONE 1 | 2133.65 |
| 4 | ZONE 2 | - |
| 5 | ZONE 3 | 57.65 |
| 6 | ZONE 4 | - |
| 7 | ZONE 5 | 3096.15 |
| 8 | BACK FILL | - |
| 9 | BETON K.225 | 43.64 |



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

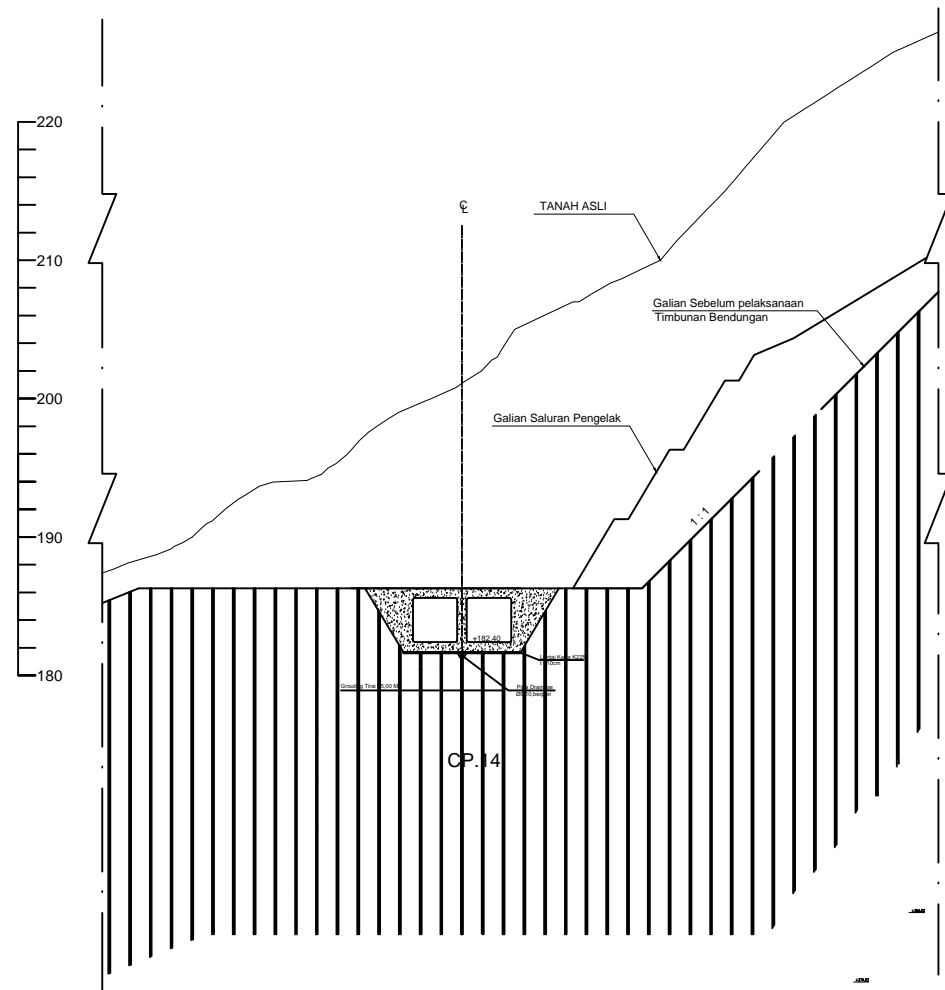
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

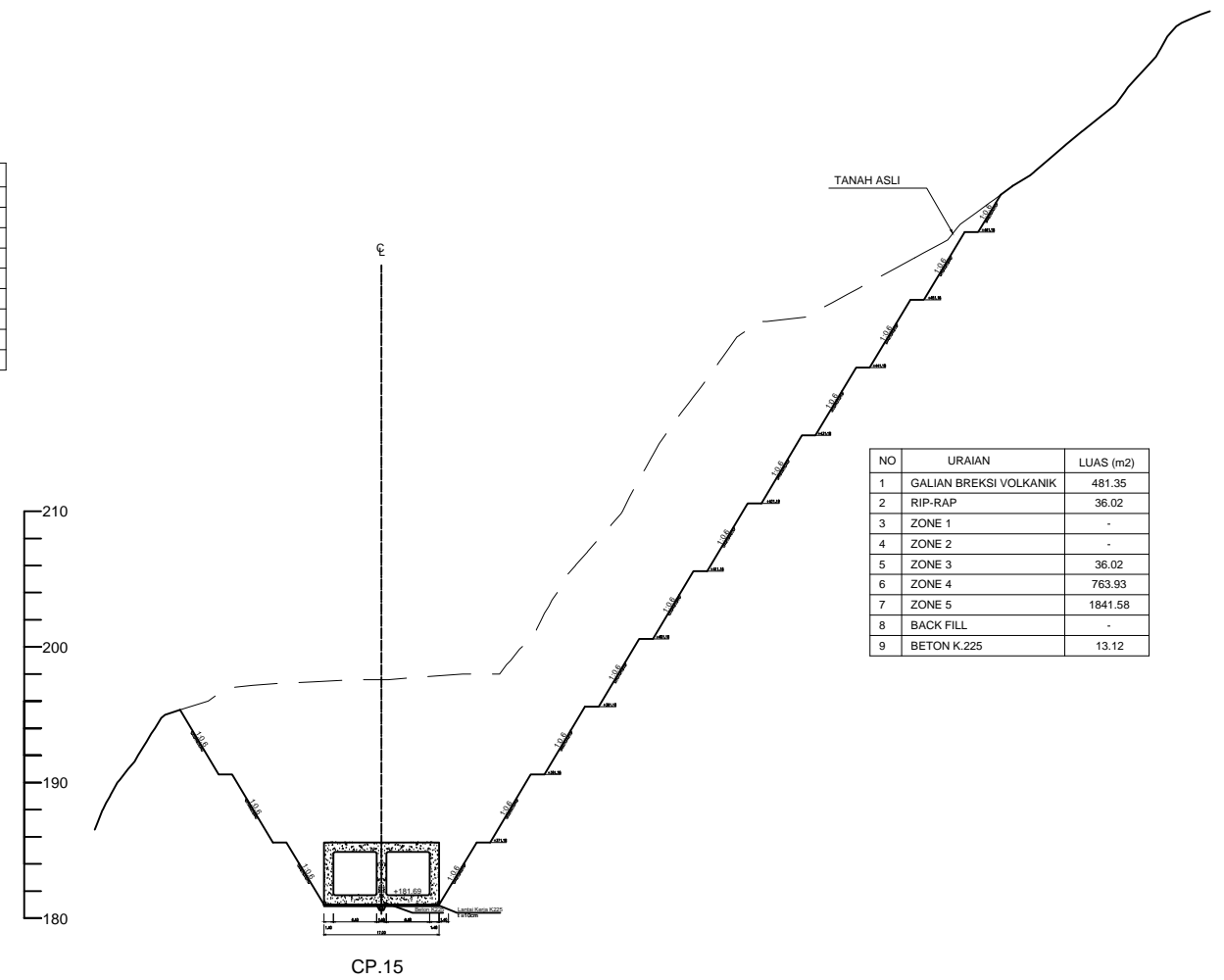
1 : 50

NO GAMBAR

6



| NO | URAIAN | LUAS (m2) |
|----|------------------------|-----------|
| 1 | GALIAN BREKSI VOLKANIK | 576.15 |
| 2 | RIP-RAP | 57.84 |
| 3 | ZONE 1 | 2133.65 |
| 4 | ZONE 2 | - |
| 5 | ZONE 3 | 57.84 |
| 6 | ZONE 4 | - |
| 7 | ZONE 5 | 3096.15 |
| 8 | BACK FILL | - |
| 9 | BETON K.225 | 43.64 |



| NO | URAIAN | LUAS (m2) |
|----|------------------------|-----------|
| 1 | GALIAN BREKSI VOLKANIK | 481.35 |
| 2 | RIP-RAP | 36.02 |
| 3 | ZONE 1 | - |
| 4 | ZONE 2 | - |
| 5 | ZONE 3 | 36.02 |
| 6 | ZONE 4 | 763.93 |
| 7 | ZONE 5 | 1841.58 |
| 8 | BACK FILL | - |
| 9 | BETON K.225 | 13.12 |



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M.
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

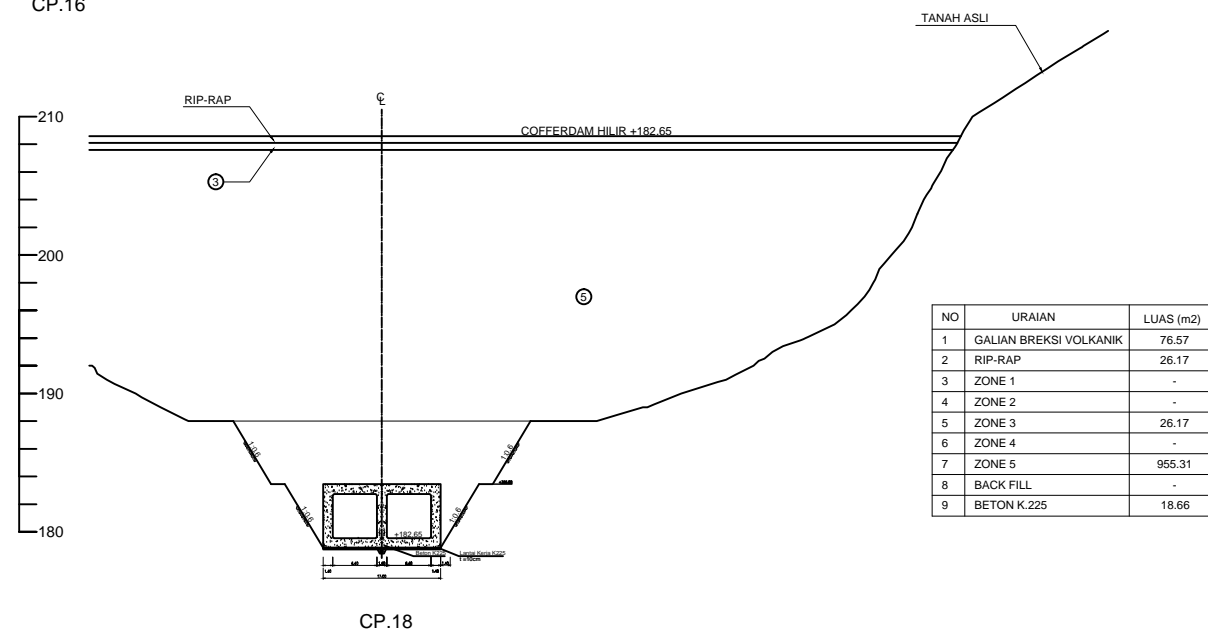
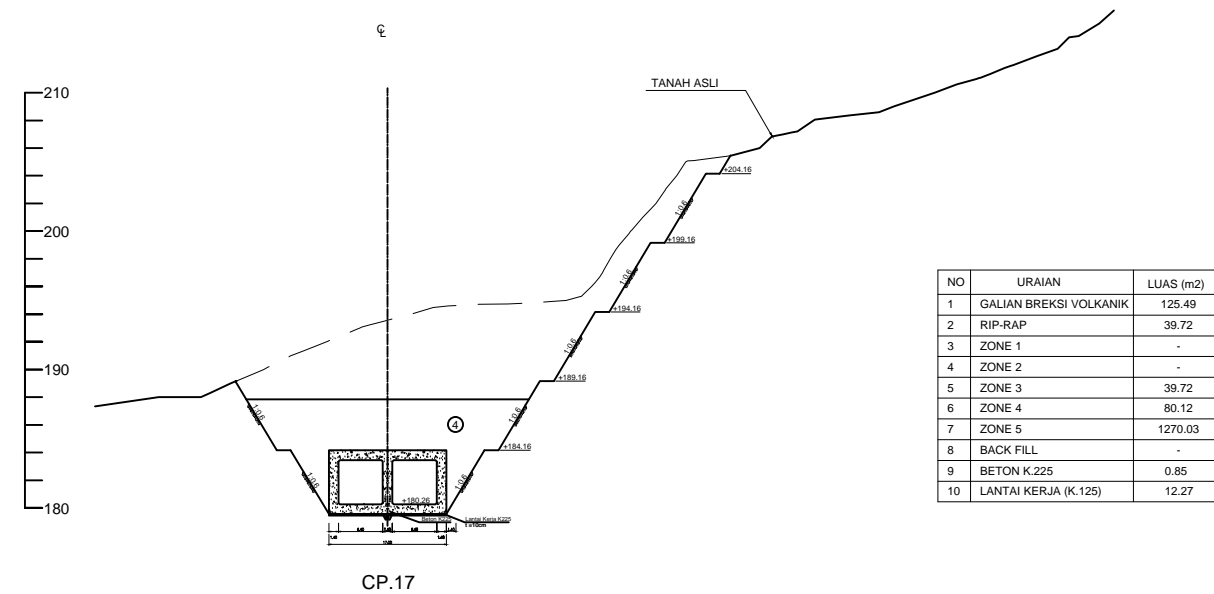
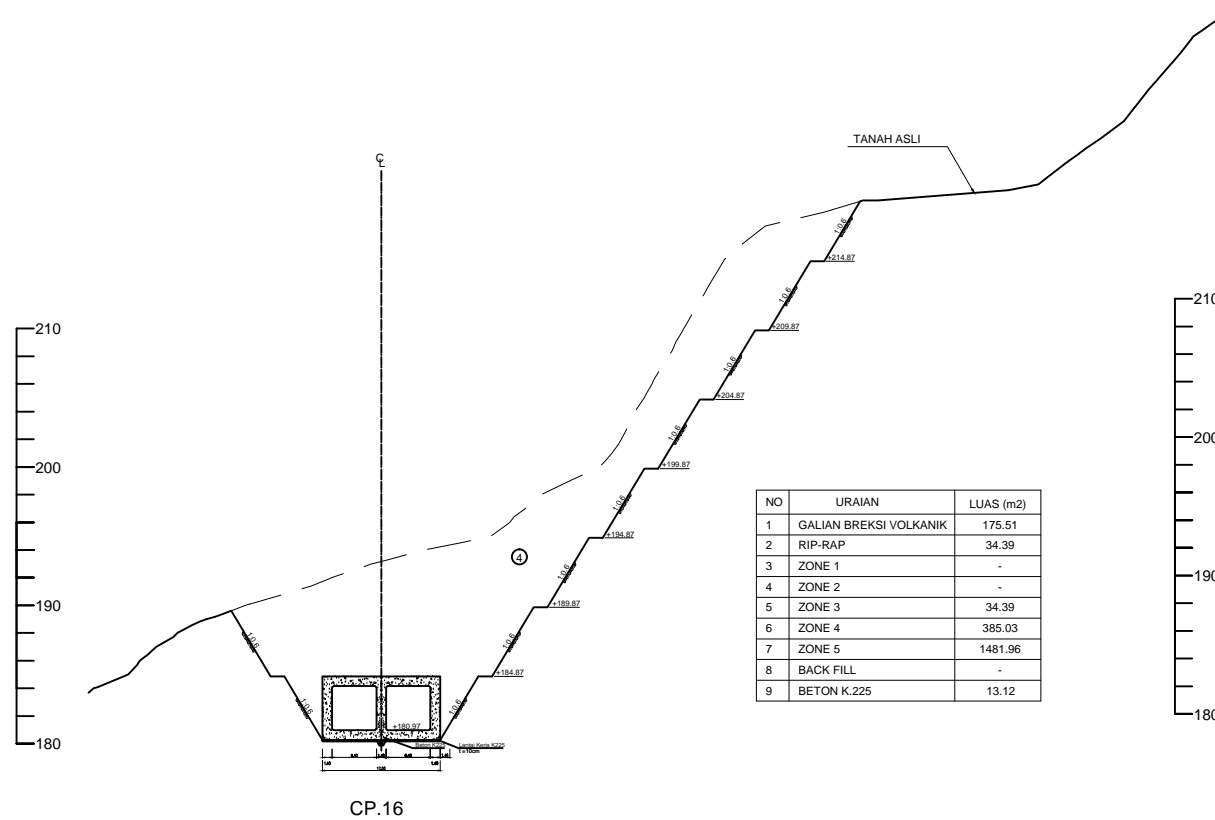
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

7



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

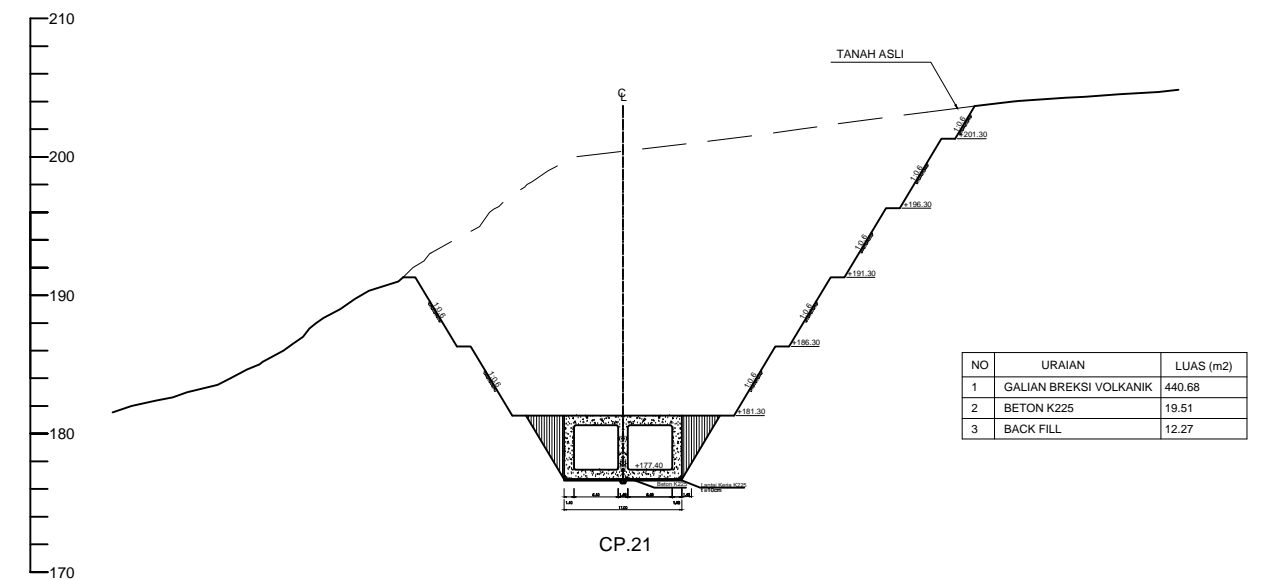
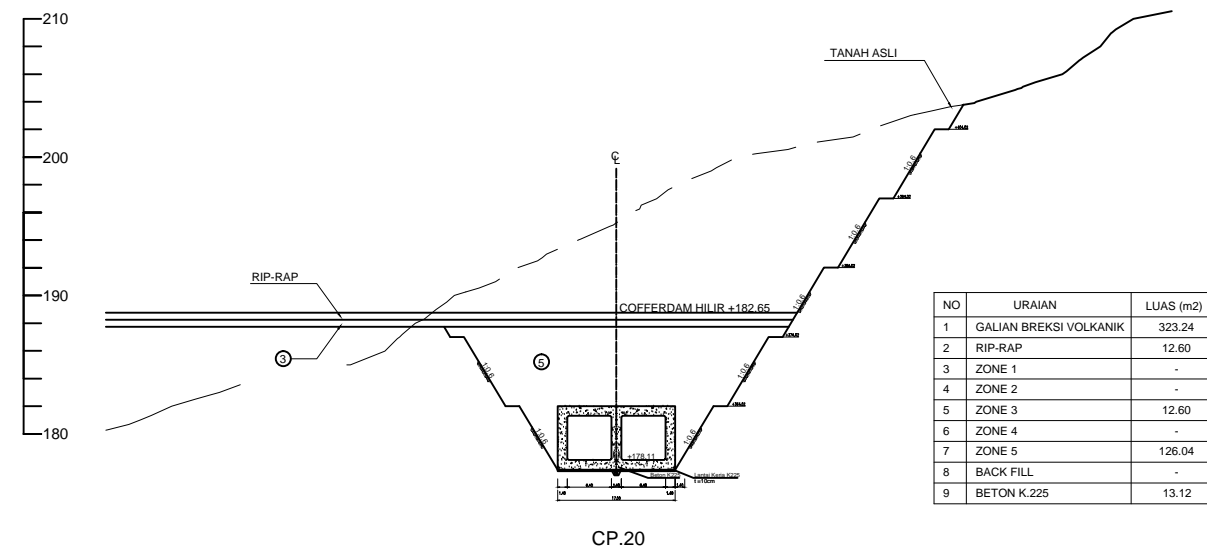
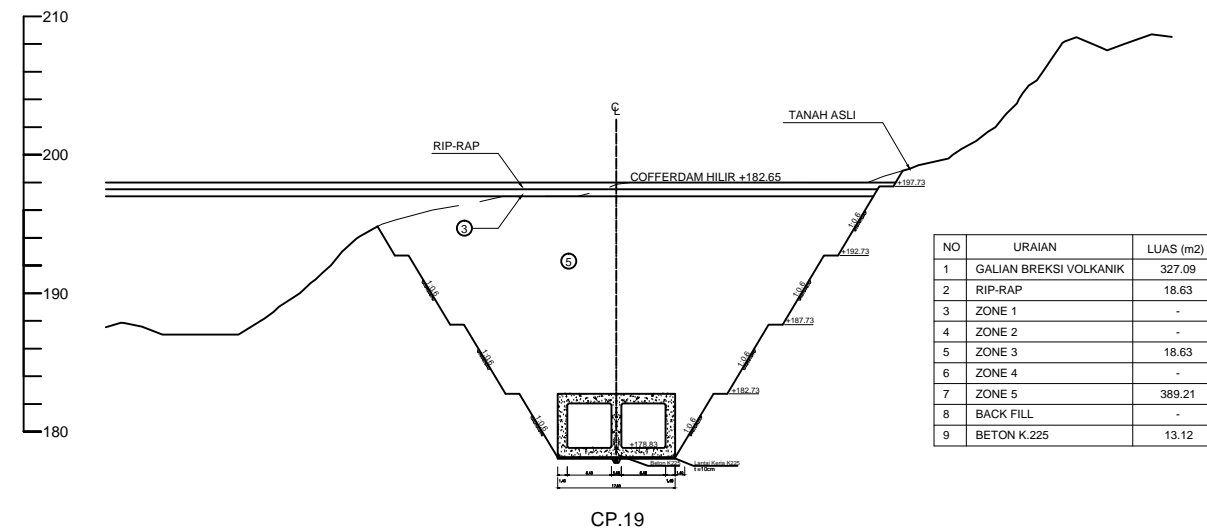
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

8



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

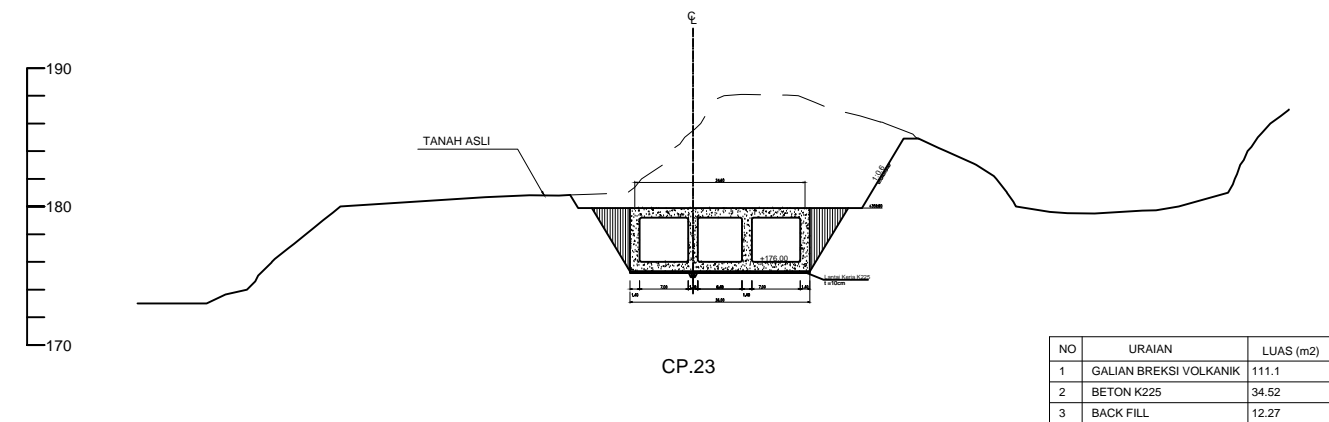
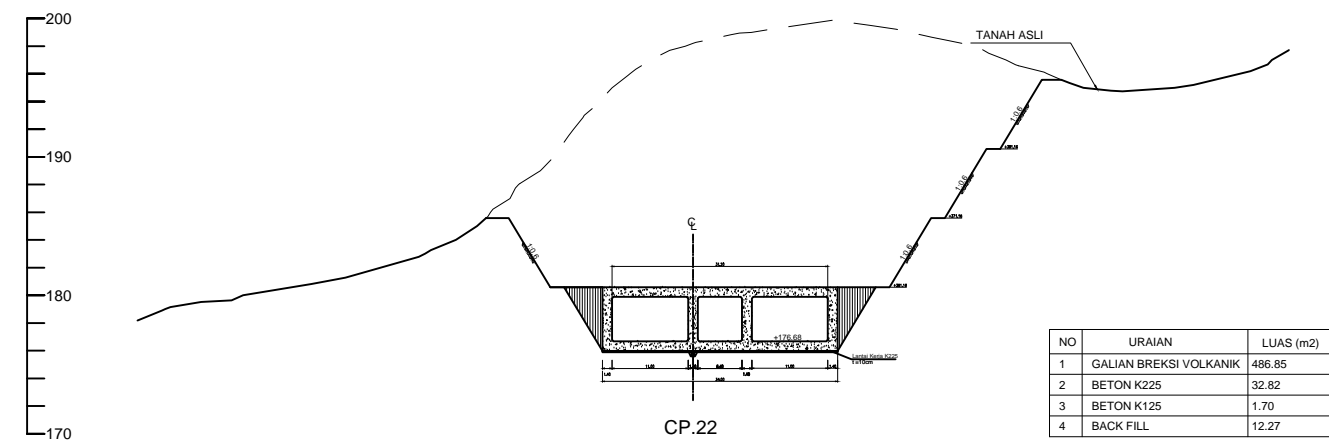
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

9



METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN PENGELAK

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

Nanda Aditya Firdaus M.
NRP. 3114030109

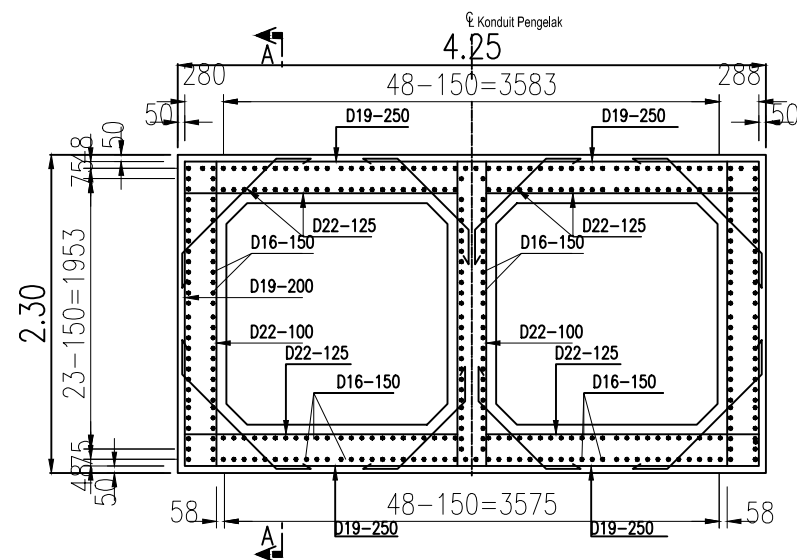
Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

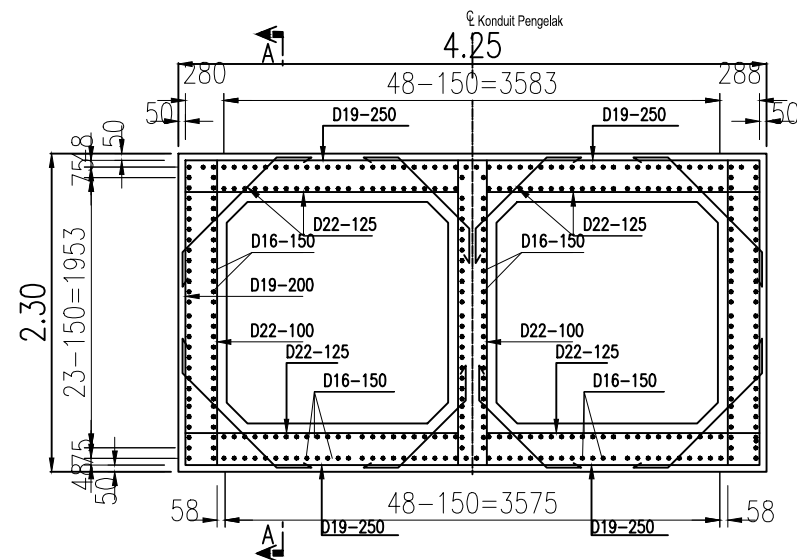
1 : 50

NO GAMBAR

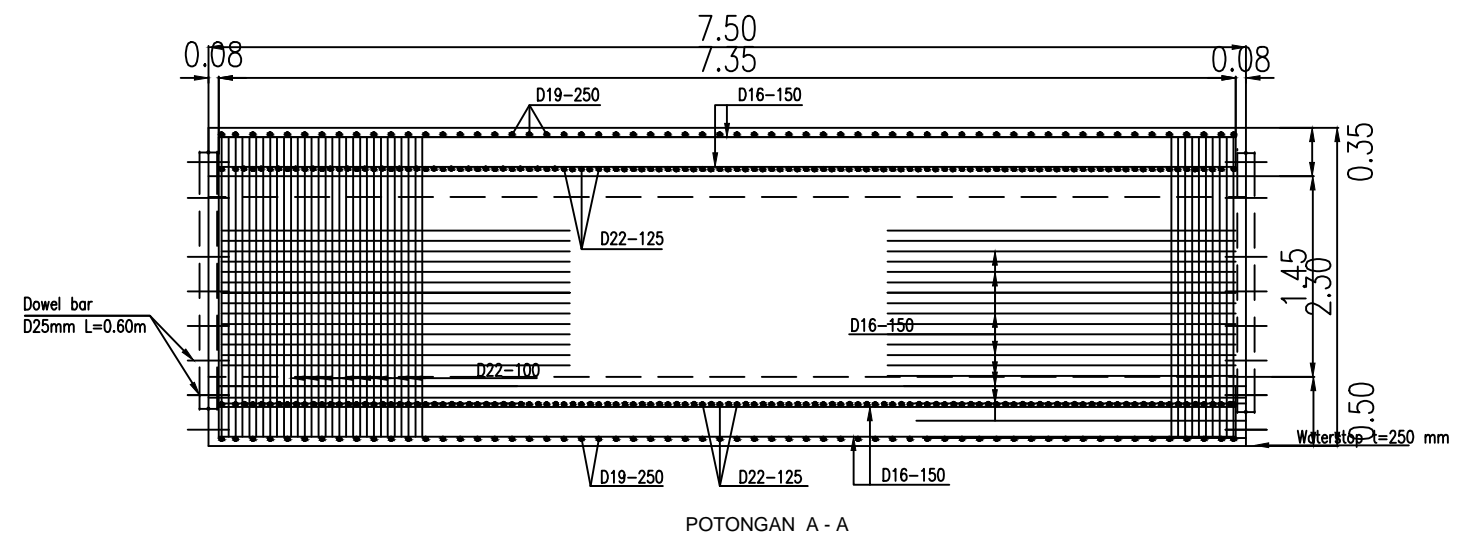
10



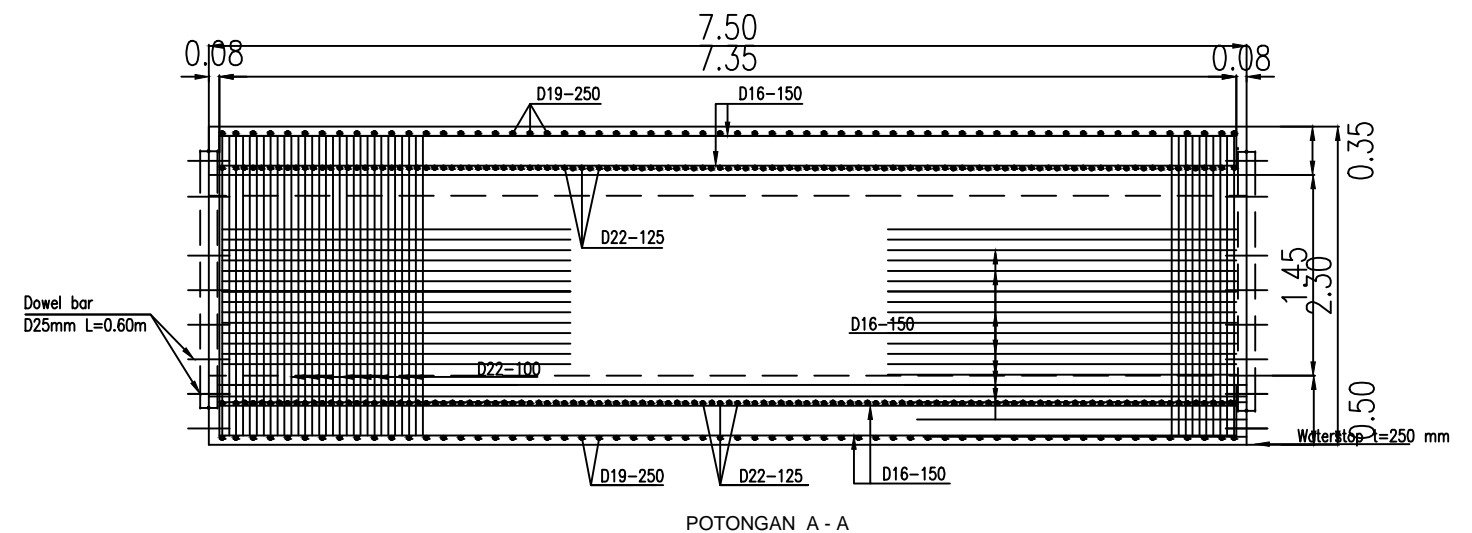
DETAIL PENULANGAN KONDUIT PENGELAK
TIPE A



DETAIL PENULANGAN KONDUIT PENGELAK
TIPE B



POTONGAN A - A



POTONGAN A - A

Catatan :

- Semua tulangan adalah Deformed / ulir
- Semua tulangan mutu U-32



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

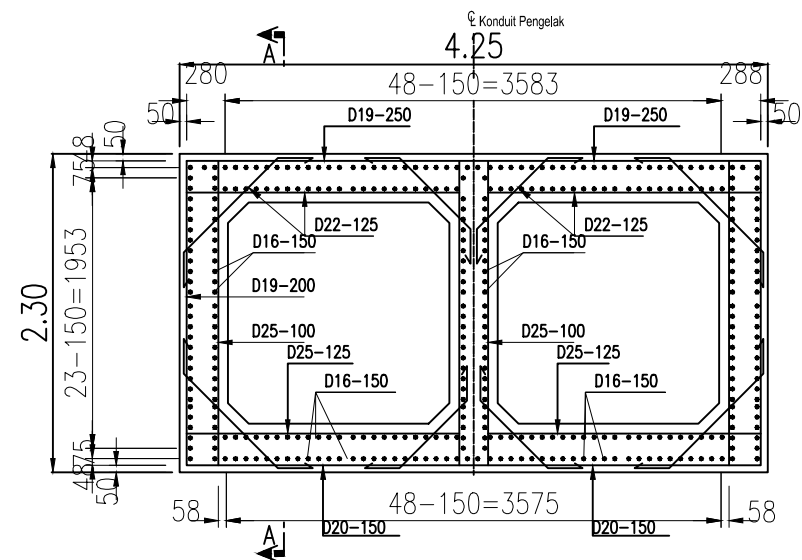
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

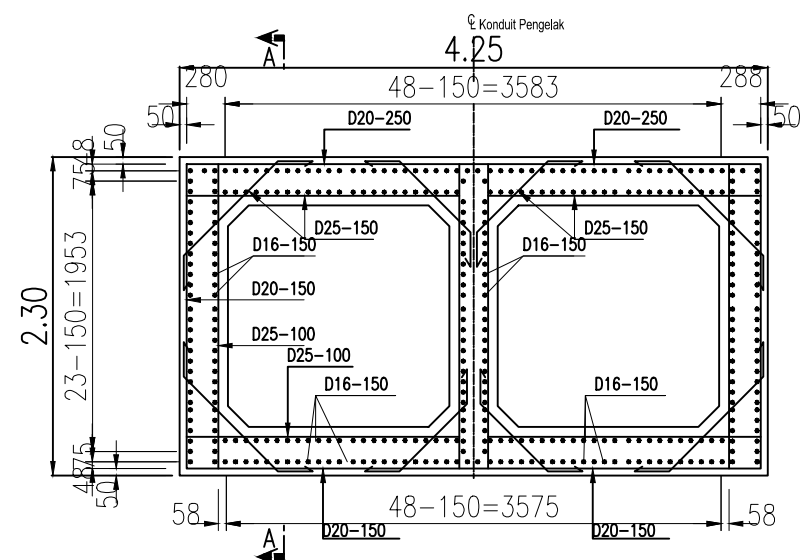
1 : 50

NO GAMBAR

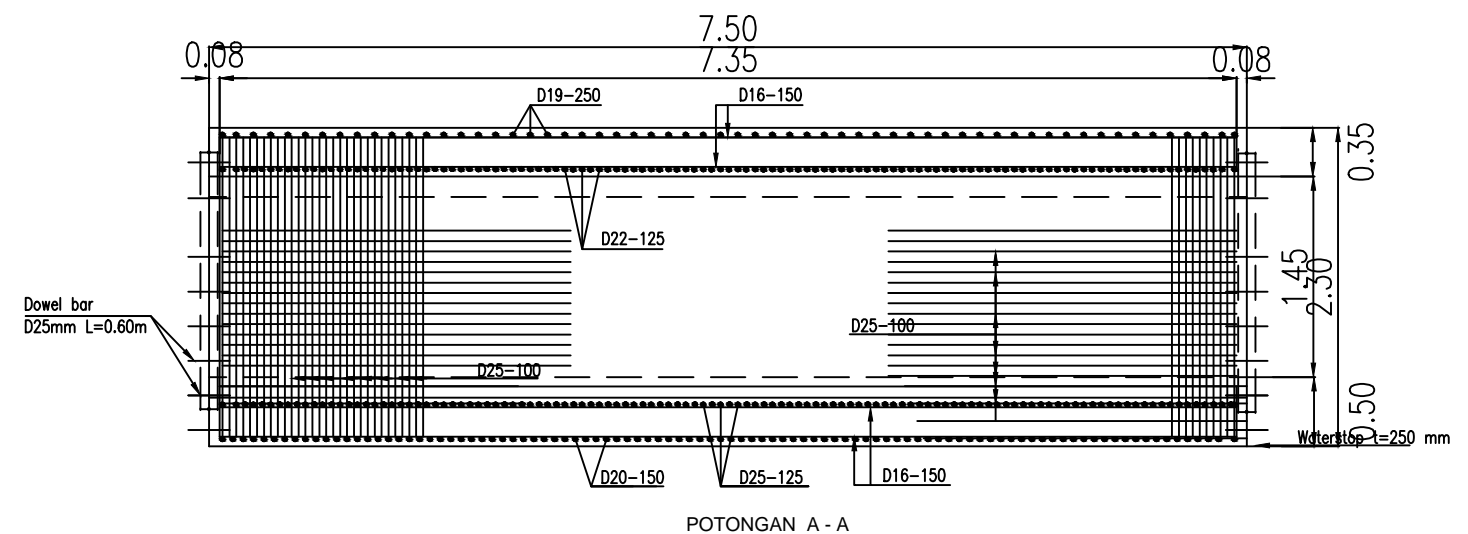
11



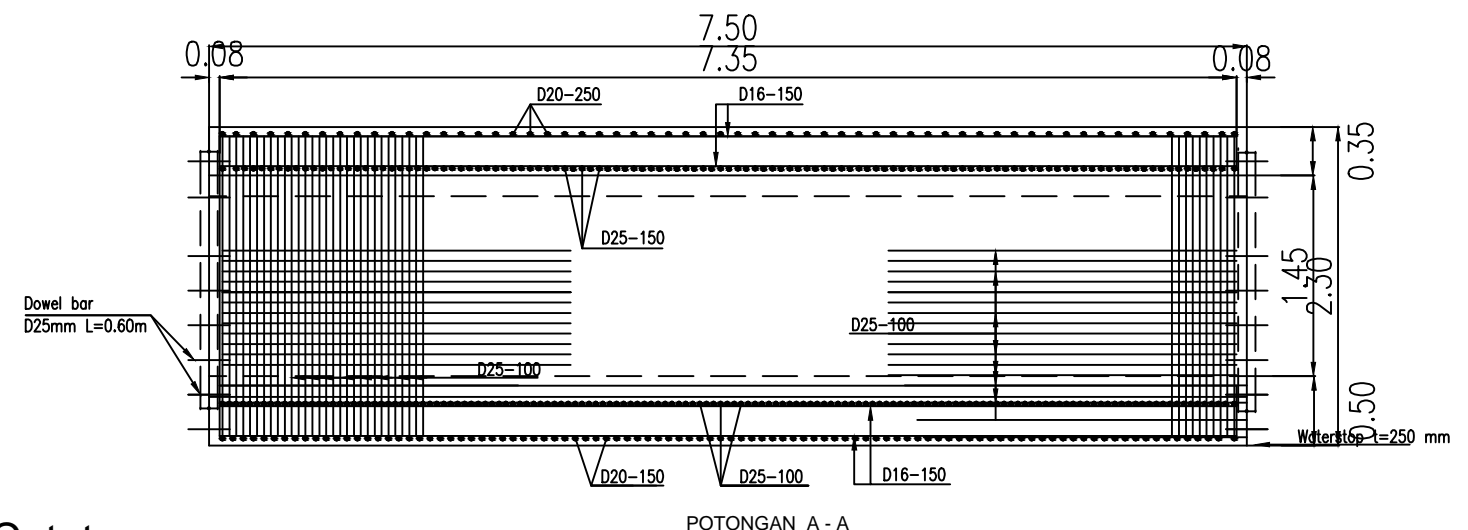
DETAIL PENULANGAN KONDUIT PENGELAK
TIPE C



DETAIL PENULANGAN KONDUIT PENGELAK
TIPE D



POTONGAN A - A



POTONGAN A - A

Catatan :

- Semua tulangan adalah Deformed / ulir
- Semua tulangan mutu U-32



JUDUL TUGAS AKHIR
METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN

MAHASISWA I
Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II
Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

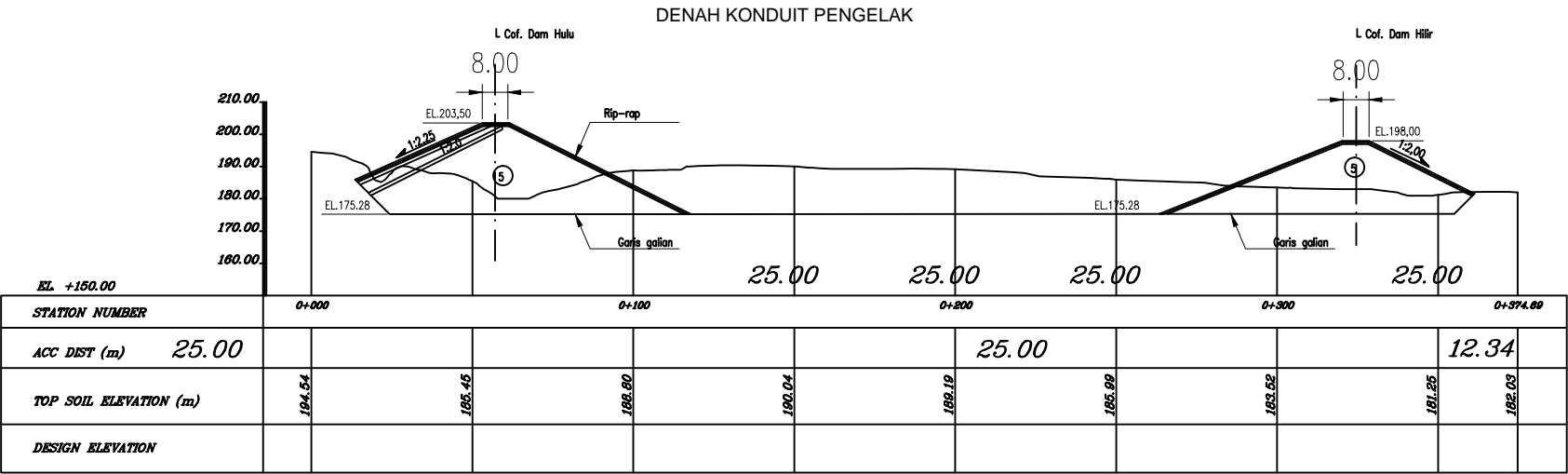
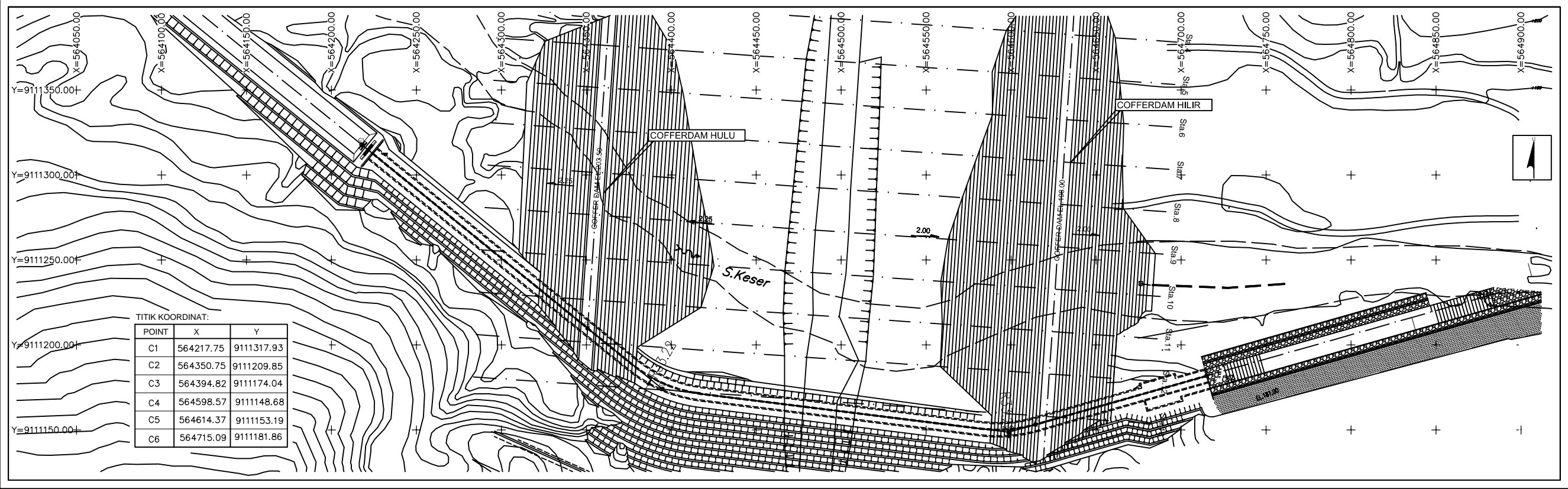
DOSEN PEMBIMBING II
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

12



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

LAYOUT DAN POTONGAN
MEMANJANG COFFERDAM

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

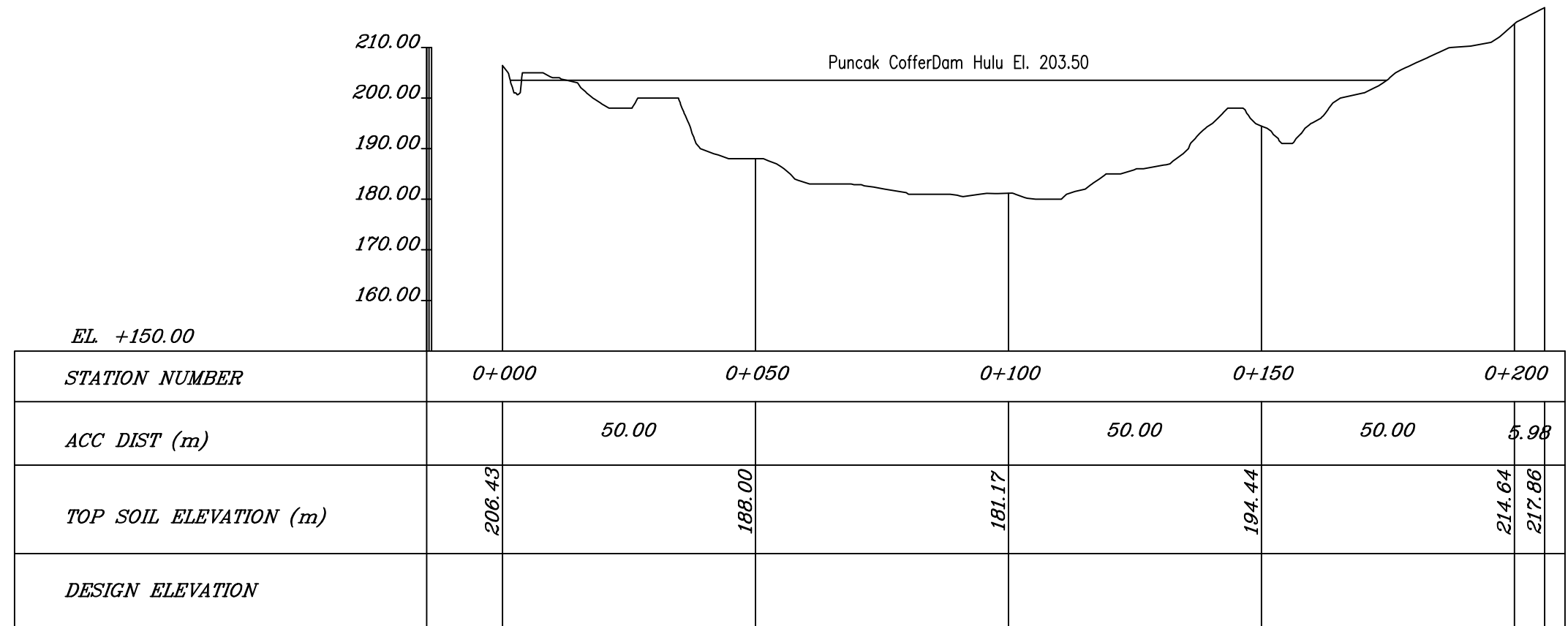
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 50

NO GAMBAR

13



Potongan Memanjang Cofferdam Hulu El. 203.50



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG
TIMBUNAN COFFERDAM

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

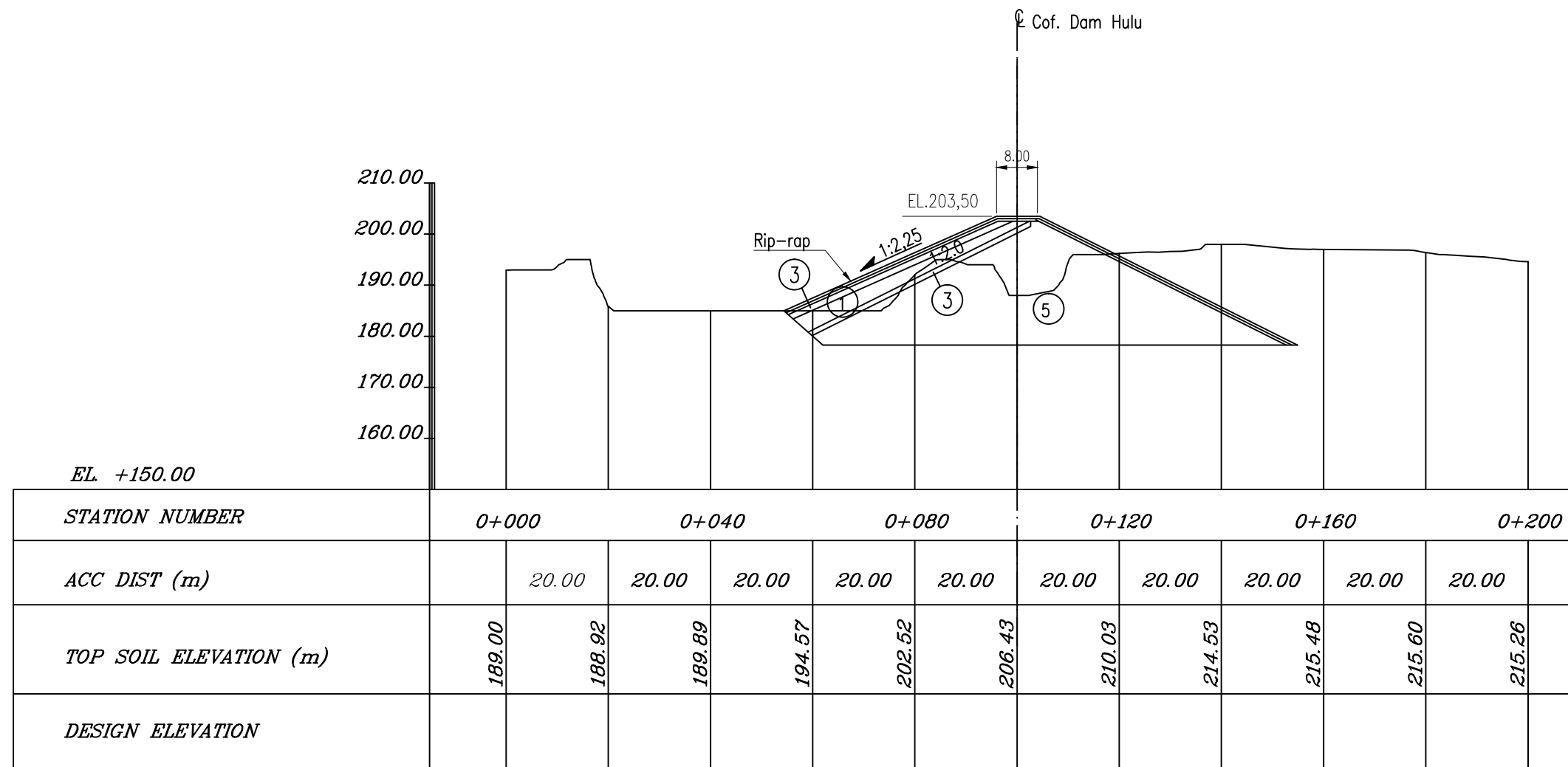
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 100

NO GAMBAR

14



0+050



JUDUL TUGAS AKHIR
METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR
POTONGAN MELINTANG
TIMBUNAN COFFERDAM

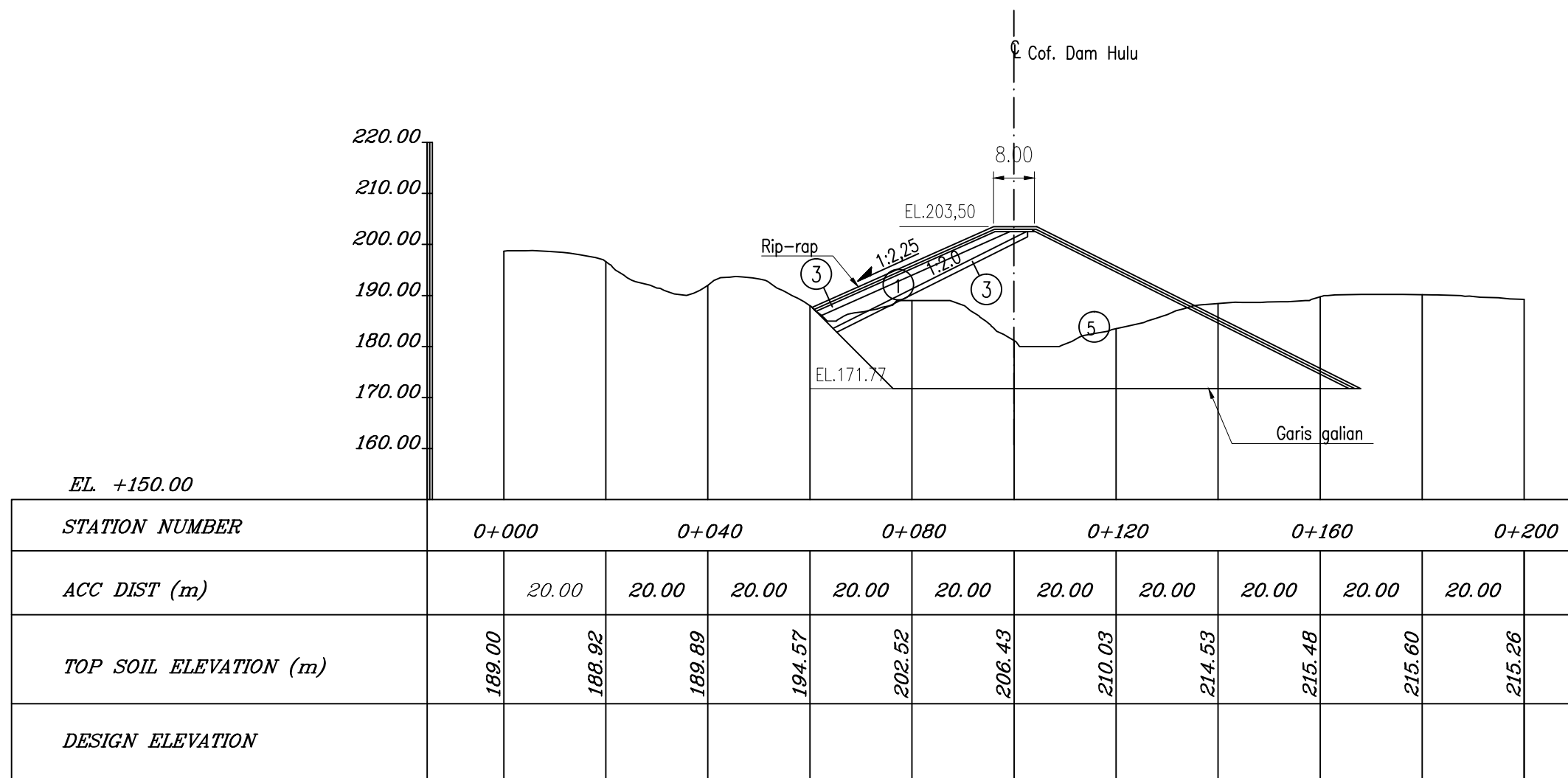
MAHASISWA I
Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II
Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA
1 : 100
NO GAMBAR
15



0+100



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
TIMBUNAN COFFERDAM

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001


SKALA

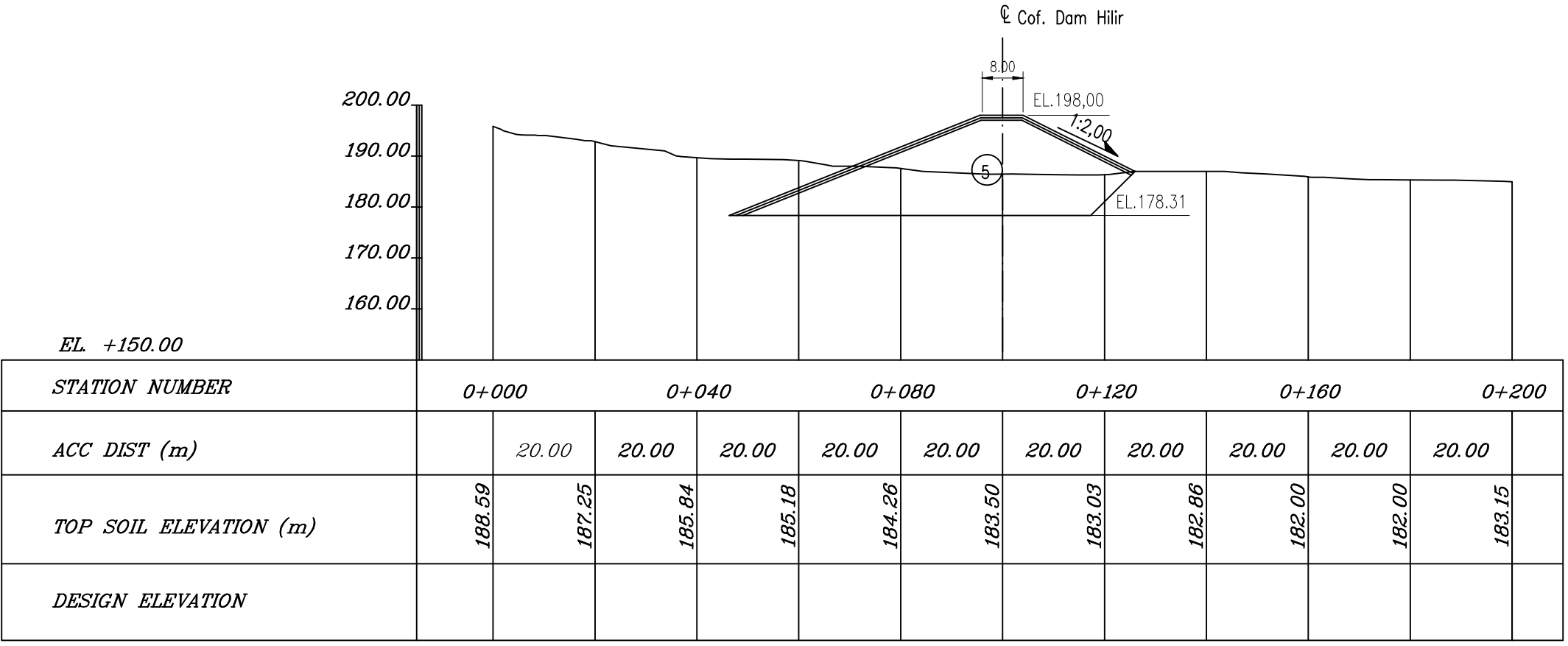
1 : 100

NO GAMBAR


16

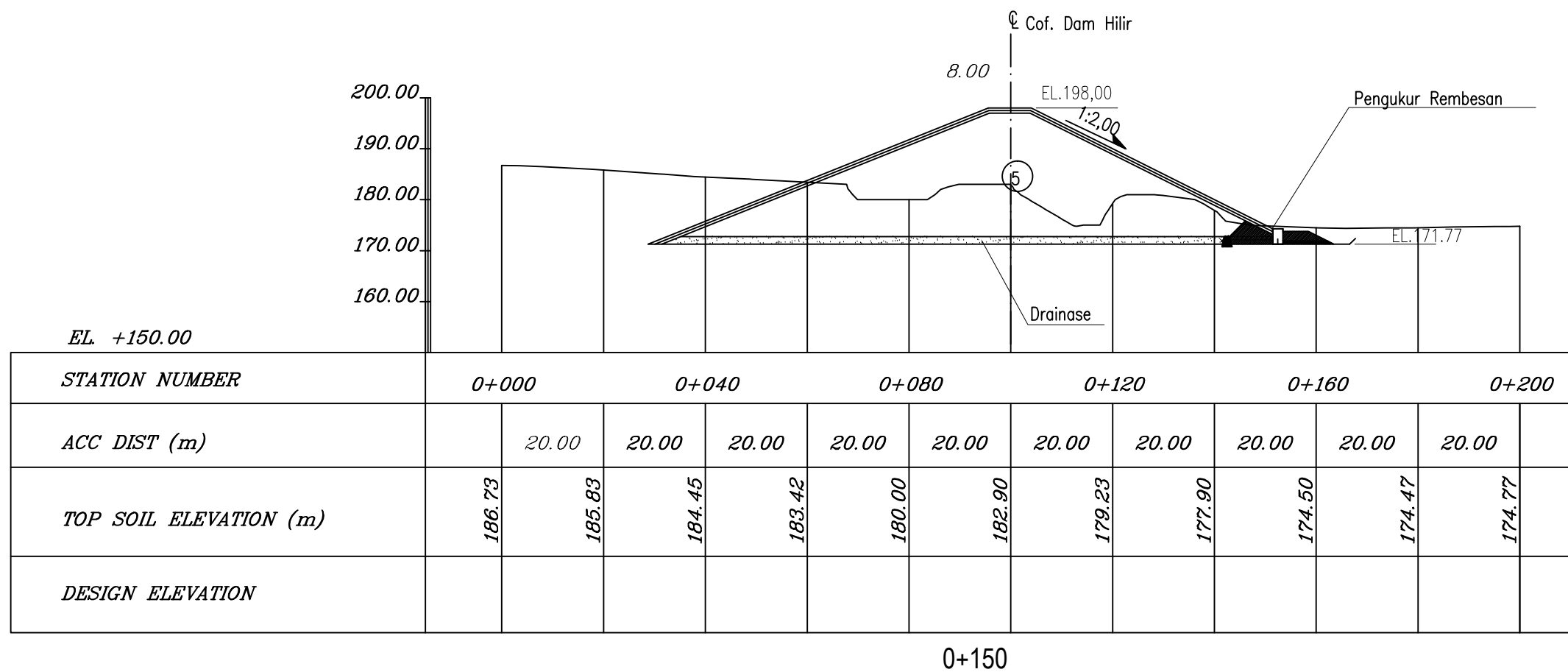


| | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|-----------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | MAHASISWA I | MAHASISWA II | DOSEN PEMBIMBING I | DOSEN PEMBIMBING II | SKALA |
| | METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR | POTONGAN MEMANJANG TIMBUNAN COFFERDAM | <u>Arief Yudho Wicaksono</u> NRP. 3114030092 | <u>Nanda Aditya Firdaus M</u> NRP. 3114030109 | <u>Ir. Ismail Sa'ud, MMT</u> NIP. 196005171989031002 | <u>Siti Kamilia Aziz, ST., MT</u> NIP. 197712312006042001 | 1 : 100 |
| | | | | | | | NO GAMBAR |
| | | | | | | | 18 |



0+100

| | | | | | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|---|--|---|-----------|
|  | JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | MAHASISWA I | MAHASISWA II | DOSEN PEMBIMBING I | DOSEN PEMBIMBING II | SKALA |
| | METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR | POTONGAN MELINTANG TIMBUNAN COFFERDAM | Arief Yudho Wicaksono NRP. 3114030092 | Nanda Aditya Firdaus M NRP. 3114030109 | Ir. Ismail Sa'ud, MMT NIP. 196005171989031002 | Siti Kamilia Aziz, ST., MT NIP. 197712312006042001 | 1 : 100 |
| | | | | | | | NO GAMBAR |
| | | | | | | | 20 |



JUDUL TUGAS AKHIR

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
TIMBUNAN COFFERDAM

MAHASISWA I

Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II

Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II

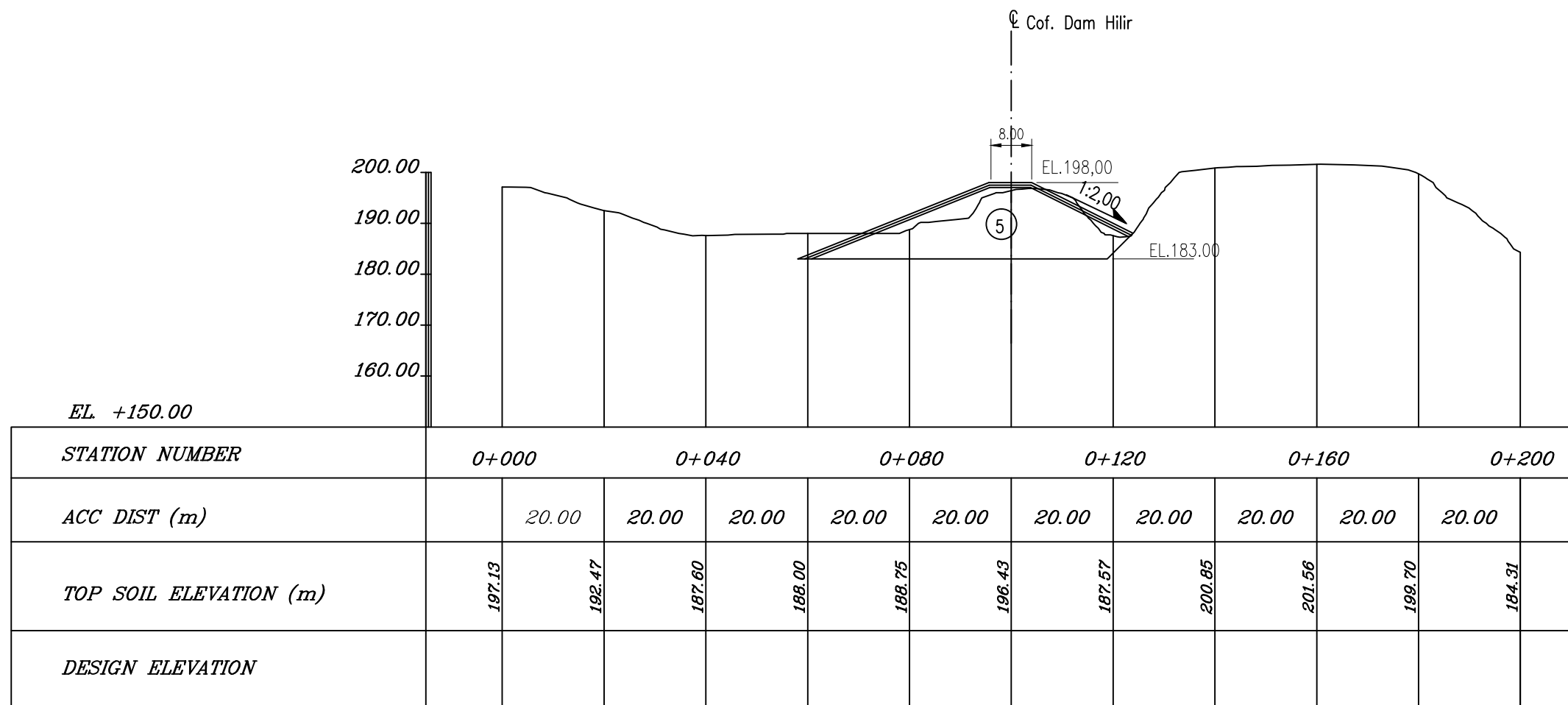
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA

1 : 100

NO GAMBAR

21



0+250

ZONA KETERANGAN

- ① Inti Kedap Air (Lempung)
- ⑤ Batu



JUDUL TUGAS AKHIR
METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN SALURAN PENGELAK
DAN TIMBUNAN COFFERDAM BENDUNGAN TUGU
TRENGGALEK - PONOROGO, JAWA TIMUR

NAMA GAMBAR
POTONGAN MELINTANG
TIMBUNAN COFFERDAM

MAHASISWA I
Arief Yudho Wicaksono
NRP. 3114030092

MAHASISWA II
Nanda Aditya Firdaus M
NRP. 3114030109

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. Ismail Sa'ud, MMT
NIP. 196005171989031002

DOSEN PEMBIMBING II
Siti Kamilia Aziz, ST., MT
NIP. 197712312006042001

SKALA
1 : 100
NO GAMBAR
23

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Arief Yudho Wicaksono merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Lahir di Surabaya pada tanggal 12 Januari 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Ketabang III Surabaya, lalu melanjutkan di SMPN 3 Surabaya, lalu di SMAN 9 Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi Diploma 3 pada tahun 2014, terdaftar dengan NRP 3114030092. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis pernah mengikuti berbagai kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa. Selain itu, penulis pernah mengikuti acara yang diadakan oleh Fakultas dan memperoleh penghargaan diantaranya adalah *Runner Up* Spartan FTSP dibidang Bola Voli dan *Runner Up* Olimpiade FTSP dibidang Bola Voli. Penulis dapat dihubungi via email ariefyw96@gmail.com

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Nanda Aditya Firdaus Mayang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Lahi di Surabaya pada tanggal 5 juli 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Sumorame, Candi-Sidoarjo, lalu melanjutkan di SMPN 3 Candi , lalu melanjutkan di SMA Kemala Bhayangkari 3 Porong. Setelah lulus penulis diterima sebagai mahasiswa dan terdfar dengan NRP 3114030109 di jurusan Teknik sipil dengan mengambil program studi D3 teknik sipil yang lalu berganti nama Departemen Teknik Infrastruktur Sipil. Penulis mengambil konsentrasi bangunan air. Penulis pernah mengikuti kepanitiaan sebagai koordinataor keamanan dan perijinan dalam acara Dvillage 6th edition pada tahun 2016 dan pernah berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Diploma sipil sebagai kepala biro Kajian Strategis pada periode 2016-2017. Penulis dapat dihubungi via email aditya.mayang23@gmail.com.